

Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava

Fakulta stavební

Katedra konstrukcí

## **Železobetonová konstrukce kulturního centra**

## **Reinforced concrete structure of cultural centre building**

Jméno studenta:  
Vedoucí diplomové práce:

Bc. Karolína Čížová  
Ing. Pavlína Matečková, Ph.D.

Ostrava 2015

VŠB - Technická univerzita Ostrava  
Fakulta stavební  
Katedra konstrukcí

## Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Karolína Čížová**  
Studijní program: N3607 Stavební inženýrství  
Studijní obor: 3607T037 Konstrukce staveb  
Téma: **Železobetonová konstrukce kulturního centra**  
**Reinforced concrete structure of cultural centre building**  
Jazyk vypracování: čeština

### Zásady pro vypracování:

Cílem diplomové práce je návrh a posouzení železobetonové nosné konstrukce kulturního centra. Nosná konstrukce je navržena pro budovu, která byla formou studie zpracovaná na FAST. Konstrukce bude modelována pomocí vhodného softwaru, bude proveden výpočet zatížení a vnitřních sil a návrh jednotlivých prvků nosné konstrukce. Součástí práce jsou výkresy tvaru a výztuže navržených prvků.

### Seznam doporučené odborné literatury:

ČSN EN 1991 Eurokód 1: Zatížení stavebních konstrukcí.  
ČSN EN 1992-1-1 Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí, Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby.

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Pavlína Matečková, Ph.D.**

Datum zadání: 27.02.2015

Datum odevzdání: 30.11.2015

  
prof. Ing. Radim Čajka, CSc.  
vedoucí katedry



  
prof. Ing. Radim Čajka, CSc.  
děkan fakulty

### **Prohlášení studenta**

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedla jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě .....

.....  
podpis studenta

**Prohlašuji, že**

- byla jsem seznámena s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- беру на ве́домі́, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí. Souhlasím s tím, že údaje o diplomové práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- беру на ве́домі́, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě .....



**Anotace**

Předmětem diplomové práce je konstrukční a statické řešení železobetonové monolitické rámové konstrukce budovy kulturního centra. Tato diplomová práce se zabývá především statickým výpočtem – dílčími výpočty působících zatížení a návrhem konstrukčních prvků a základů. Přílohou k této diplomové práci je výkresová část, která zahrnuje stavební výkresy půdorysů a řezu a výkresy výztuže jednotlivých prvků a základů.

ČÍŽOVÁ, K.: Železobetonová konstrukce kulturního centra: Diplomová práce. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta stavební, Katedra konstrukcí, 201, x s. Vedoucí práce: Ing. Matečková P., Ph. D.

**Klíčová slova**

Železobeton, rám, kulturní centrum, návrh a posouzení konstrukce, sloup, průvlak, stropní deska, základová deska, stěna, zatížení.

**Anotation**

The subject of this thesis is structural and static design of reinforced concrete frame construction of cultural centre building. This diploma theses mainly focuses on static calculation - load calculation and design of construction elements and foundations.

The annex of this theses contains drawings, which includes construction drawings of plans and section and drawings of the selected reinforced elements and foundations.

ČÍŽOVÁ, K.: Reinforced concrete structure of cultural centre building: Diploma thesis. Ostrava: VŠB –Technical University of Ostrava, Faculty of Civil Engineering, Department of Construction, 2015, x p. Supervisor: Ing. Matečková P., Ph. D.

**Keywords**

Reinforced concrete, frame, cultural centre, designe and assessment of construction, pillar, beam, ceiling slab, slab foundations, wall, load.

**Obsah**

1	Úvod .....	11
1.1	Dispoziční řešení objektu .....	11
1.2	Konstrukční řešení objektu .....	11
2	Zatížení .....	13
2.1	Zatížení stálé .....	13
2.1.1	Skladby vodorovných konstrukcí .....	13
2.1.2	Skladby svislých konstrukcí .....	18
2.1.3	Zatížení od schodiště 1.NP – výstavní plocha .....	21
2.1.4	Zatížení od schodiště ve ztužujícím jádru .....	24
2.1.5	Zatížení od výtahů .....	26
2.2	Zatížení proměnné .....	28
2.2.1	Zatížení užitné .....	28
2.2.2	Zatížení klimatické .....	29
2.3	Zatížení mimořádné .....	50
2.3.1	Zatížení od seismicity .....	50
3	Křížem vyztužené desky .....	52
3.1	Deska 1.NP .....	54
3.1.1	Zatížení .....	54
3.1.2	Návrhové vnitřní síly .....	57
3.1.3	Návrh a posouzení .....	58
3.2	Deska 2.NP .....	71
3.2.1	Zatížení .....	71
3.2.2	Návrhové vnitřní síly .....	74
3.2.3	Návrh a posouzení .....	75
3.3	Deska 3.NP .....	88
3.3.1	Zatížení .....	88
3.3.2	Návrhové vnitřní síly .....	92
3.3.3	Návrh a posouzení .....	93
3.4	Deska 4.NP .....	106
3.4.1	Zatížení .....	106
3.4.2	Návrhové vnitřní síly .....	110
3.4.3	Návrh a posouzení .....	111
3.5	Deska střešní .....	123
3.5.1	Zatížení .....	123
3.5.2	Návrhové vnitřní síly .....	126
3.5.3	Návrh a posouzení .....	127

3.6	Deska ve ztužujícím jádru .....	139
3.6.1	Zatížení .....	139
3.6.2	Návrhové vnitřní síly .....	140
3.6.3	Návrh a posouzení .....	142
3.7	Deska střešní .....	153
3.7.1	Zatížení .....	153
3.7.2	Návrhové vnitřní síly .....	155
3.7.3	Návrh a posouzení .....	156
4	Trám .....	167
4.1	Trám T1 .....	168
4.1.1	Zatížení .....	168
4.1.2	Návrhové vnitřní síly .....	169
4.1.3	Návrh a posouzení .....	170
5	Průvlaky .....	178
5.1	Průvlak P1 .....	180
5.1.1	Zatížení .....	180
5.1.2	Návrhové vnitřní síly .....	181
5.1.3	Návrh a posouzení .....	182
5.2	Průvlak P11 .....	196
5.2.1	Zatížení .....	196
5.2.2	Návrhové vnitřní síly .....	196
5.2.3	Návrh a posouzení .....	197
5.3	Průvlak P3 .....	210
5.3.1	Zatížení .....	210
5.3.2	Návrhové vnitřní síly .....	210
5.3.3	Návrh a posouzení .....	211
6	Sloupy .....	218
6.1	Sloupy vnitřní .....	219
6.1.1	Zatížení .....	219
6.1.2	Návrhové vnitřní síly .....	220
6.1.3	Návrh a posouzení .....	222
6.2	Sloupy krajní .....	236
6.2.1	Zatížení .....	236
6.2.2	Návrhové vnitřní síly .....	237
6.2.3	Návrh a posouzení .....	239
7	Stěny .....	253
7.1	Stěna ztužujícího jádra .....	254
7.1.1	Zatížení .....	254
7.1.2	Návrhové vnitřní síly .....	254

7.1.3	Návrh a posouzení .....	255
7.2	Stěna technologického podlaží – ZS1 .....	263
7.2.1	Zatížení .....	263
7.2.2	Návrhové vnitřní síly .....	265
7.2.3	Návrh a posouzení .....	266
8	Základová deska .....	276
8.1	Základová deska –ZD1 .....	276
8.1.1	Zatížení .....	276
8.1.2	Návrhové vnitřní síly .....	279
8.1.3	Návrh a posouzení .....	281
9	Závěr .....	290
9.1	Přehled navržené výztuže .....	290
10	Seznam zdrojů .....	293
11	Seznam příloh .....	293

**Seznam použitého značení**

$A$	průřezová plocha [mm <sup>2</sup> ]
$A_c$	průřezová plocha betonu [mm <sup>2</sup> ]
$A_s$	průřezová plocha betonářské výstuže [mm <sup>2</sup> ]
$A_{s,min}$	minimální průřezová plocha betonářské výstuže [mm <sup>2</sup> ]
$A_s$	průřezová plocha smykové výstuže [mm <sup>2</sup> ]
$D$	vnitřní průměr zakřivení výstuže při jejím ohýbání [mm]
$E_s$	návrhová hodnota modulu pružnosti betonářské oceli [GPa]
$L$	délka [m, mm]
$M$	ohybový moment [kNm]
$M_{Ed}$	návrhová hodnota působícího vnitřního ohybového momentu [kNm]
$N$	normálová síla [kN]
$N_{Eds}$	návrhová hodnota působící normálové síly (tah nebo tlak) [kN]
$V$	posouvající síla [kN]
$V_{Ed}$	návrhová hodnota posouvající síly [kN]
$b_w$	šířka stojiny průřezu [m, mm]
$\emptyset$	průměr [m, mm]
$d$	účinná výška průřezu [m, mm]
$d_g$	největší jmenovitý rozměr zrna kameniva [m, mm]
$e$	výstřednost, excentricita [m, mm]
$f_c$	pevnost betonu v tlaku [MPa]
$f_{cd}$	návrhová pevnost betonu v tlaku [MPa]
$f_{ck}$	charakteristická válcová pevnost betonu v tlaku ve stáří 28 dní [MPa]
$f_{cm}$	průměrná hodnota válcové pevnosti betonu v tlaku [MPa]
$f_{ctk}$	charakteristická pevnost betonu v dostředném tahu [MPa]
$f_{ctm}$	průměrná hodnota pevnosti betonu v dostředném tahu [MPa]
$f_y$	mez kluzu betonářské výstuže [MPa]
$f_{yd}$	návrhová mez kluzu betonářské výstuže [MPa]
$f_{yk}$	charakteristická mez kluzu betonářské výstuže [MPa]
$f_{ywd}$	návrhová mez kluzu betonářské smykové výstuže [MPa]
$h$	výška
$k$	součinitel
$l, L$	délka; rozpětí
$r$	poloměr
$l/r$	křivost ohybové čáry v určitém průřezu
$t$	tloušťka

$\gamma_c$	dílčí součinitel betonu
$\gamma_g$	dílčí součinitel stálého zatížení $G$
$\gamma_q$	dílčí součinitel proměnného zatížení $Q$
$\gamma_s$	dílčí součinitel betonářské oceli
$\lambda$	štíhlostní poměr
$\nu$	Poissonův součinitel
$\rho_l$	stupeň vystužení podélnou výstuží
$\rho_w$	stupeň vystužení smykovou výstuží
$\sigma_c$	tlakové napětí v betonu

### Seznam použitých grafických a výpočetních programů:

AutoCAD 2014  
AutoCADLT 2015  
Scia Engineer 14  
MS Word  
MS Excel

## **1 Úvod**

### **1.1 Dispoziční řešení objektu**

Dispoziční řešení objektu vychází z architektonické studie zpracované Bc. Tomášem Gáborem v rámci semestrální práce v předmětu Ateliérová tvorba II. Jedná se o kulturní centrum situované v centru Ostravy poblíž Masarykova náměstí. Návrh je umístěn na parcelu, která je ohraničena ulicemi Dlouhá, 28. října a Zámecká. Kulturní centrum má poskytovat prostory pro výstavy uměleckých děl, konání kulturních akcí a ubytování umělců.

Z pěší zóny se vchází do haly napojené na výstavní plochu. Napravo od hlavního vchodu je situována recepce s umývárny. Nalevo je možný průchod do kavárny s venkovním posezením. Kavárna má k dispozici vlastní umývárny. Na jihozápadní straně jsou další dva vstupy do objektu – do výstavního prostoru a samostatný vstup ke schodišti a výtahu vedoucímu do podlaží s ateliéry. Na této straně objektu je také výtah nákladní pro přesun těžších uměleckých děl a druhý výtah osobní, který obsluhuje spodní dvě patra.

Ve druhém podlaží pokračuje plocha pro výstavní účely spojená s přízemím dvouramenným schodištěm. V severozápadní části podlaží je umístěn sklad. Třetí a čtvrté podlaží slouží pro ubytování v malých bytech s ateliéry. Do bytů se vchází z rozlehlé chodby se světlíkem umožňujícím průhled na schodiště ve výstavním prostoru. Vstupním prostorem je předsíň, která volně přechází v prostorný ateliér. Na ateliér je napojena menší ložnice, koupelna a samostatné WC. Třetí podlaží má těchto bytových jednotek 6 a disponuje také trojúhelníkovou terasou, na kterou je vstup z chodby. Čtvrté podlaží má o jednu jednotku méně a na jejím místě je situována terasa.

Oproti původnímu návrhu bylo vypuštěno podzemní podlaží s garážemi, které mělo sloužit nejen pro řešený objekt ale i pro sousední objekty, na které jsou ale zpracovány odlišné studie. Proto bylo podzemní podlaží nahrazeno technologickým podlažím, které má sloužit pro umístění technologických vedení (kanalizační potrubí, vodovodní potrubí, apod.) a dojezdů výtahů a základovou konstrukci neodpovídající původní studii.

### **1.2 Konstruktivní řešení objektu**

Konstruktivní prvky železobetonového skeletu budovy jsou navrženy z monolitického železobetonu třídy C30/37.

#### *Založení objektu*

Vlastní základová konstrukce je základová deska z monolitického železobetonu tloušťky 600 mm, na kterou jsou napojeny stěny železobetonového roštu v technologickém podlaží.

### *Vodorovné nosné konstrukce*

Vodorovné konstrukce železobetonového skeletu stavby jsou tvořeny obousměrným systémem průvlaků – v podélném i příčném směru. Rozměr průřezu průvlaků je 500 x 700 mm.

Stropní desky jsou navrženy v tloušťce 250 a 200 mm a jsou obousměrně vyztuženy. Desky jsou vynášeny průvlaky a některé jsou vetknuty do stěn ztužujícího jádra nebo stěn výtahové šachty nákladního výtahu. Ojedinělým prvkem pro každé podlaží je železobetonový monolitický trám, který podepírá stropní desku na hraně otvoru pro světlík nad schodištěm. Rozměry tohoto trámu jsou 300 x 550 mm.

### *Svislé konstrukce*

Průvlaky jsou podepřeny železobetonovými monolitickými sloupy o rozměru 500 x 500 mm.

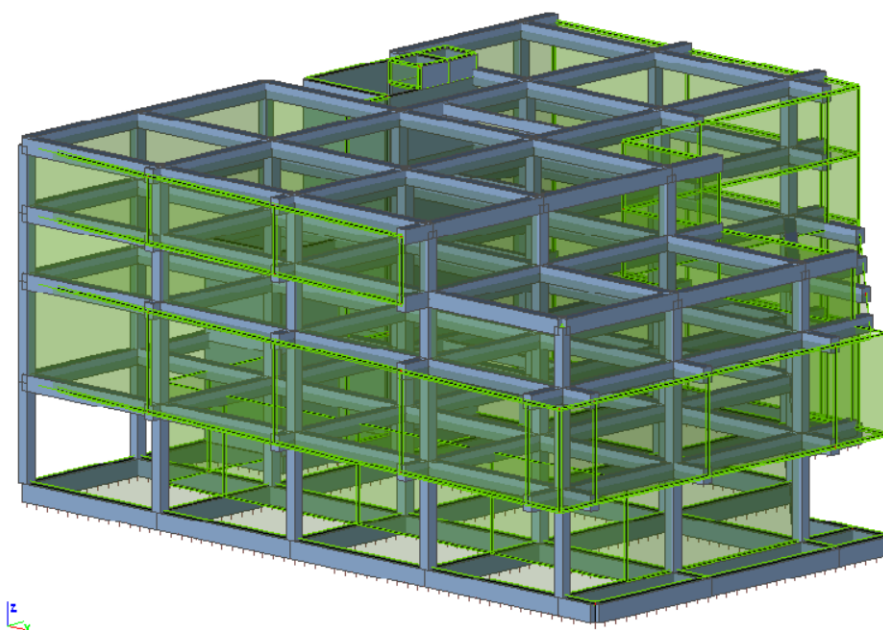
Konstrukci železobetonového skeletu doplňuje ztužující jádro, které probíhá po celé výšce budovy.

Tvoří jej železobetonové stěny o tloušťce 300 mm. V blízkosti ztužujícího jádra se nachází výtahová šachta, která je tvořena stěnami o tloušťce 300 mm a probíhá pouze přes dvě podlaží.

Desky prvního podlaží podepírá železobetonový rošt tvořený stěnami o tloušťce 500 a 700 mm.

### *Ostatní konstrukce*

Výplňové konstrukce jsou tvořeny obvodovými stěnami z tvárníc YTONG P4 - 500. Vnitřní zdivo oddělující byty s ateliéry je tvořeno tvárnici YTONG S15 – 1600 a podružné příčky z tvárníc P2 – 500.



*Výpočtový model v programu Scia Engineer použitý pro výpočet vnitřních sil v prvcích: trám, průvlak, sloup, stěna*



## 2 Zatížení

### 2.1 Zatížení stálé

#### 2.1.1 Skladby vodorovných konstrukcí

*S1 – Galerie 1.NP, kavárna*

Skladba	Tloušťka	$\rho$	Výpočet	$g_k$	$\gamma_g$	$g_d$
	mm	kg/m <sup>3</sup>		kN/m <sup>2</sup>	-	kN/m <sup>2</sup>
Kamenná dlažba	20	2600	26·0,02·1	0,5200	1,35	0,7020
Cementová malta	30	2100	21·0,03·1	0,6300	1,35	0,8505
Betonová mazanina s topnými kabely	60	2500	25·0,06·1	1,5000	1,35	2,0250
Betonová mazanina	50	2500	25·0,05·1	1,2500	1,35	1,6875
PE folie	0,2	900	9·0,0002·1	0,0018	1,35	0,0024
ŽB deska	250	2500	25·0,25·1	6,2500	1,35	8,4375
<b>Σ</b>				<b>10,15</b>		<b>13,70</b>

*S2 - Vstupního podloubí 1.NP (exteriér)*

Skladba	Tloušťka	$\rho$	Výpočet	$g_k$	$\gamma_g$	$g_d$
	mm	kg/m <sup>3</sup>		kN/m <sup>2</sup>	-	kN/m <sup>2</sup>
Betonová dlažba	50	2600	26·0,02·1	1,3000	1,35	1,7550
Cementová malta	30	2100	21·0,03·1	0,6000	1,35	0,8100
Betonová mazanina	50	2500	25·0,05·1	1,2500	1,35	1,6875
PE folie	0,2	900	9·0,0002·1	0,0018	1,35	0,0024
ŽB deska	250	2500	25·0,25·1	6,2500	1,35	8,4375
<b>Σ</b>				<b>9,40</b>		<b>12,69</b>

*S3 - Umývárny 1.NP*

Skladba	Tloušťka	$\rho$	Výpočet	$g_k$	$\gamma_g$	$g_d$
	mm	kg/m <sup>3</sup>		kN/m <sup>2</sup>	-	kN/m <sup>2</sup>
Keramická velkoform. dlažba	10	2000	20·0,01·1	0,2000	1,35	0,2700
Lepicí tmel	3	1500	15·0,003·1	0,0450	1,35	0,0608
Betonová mazanina s top. kabely	60	2500	25·0,06·1	1,5000	1,35	2,0250
Betonová mazanina	50	2500	25·0,05·1	1,2500	1,35	1,6875
PE folie	0,2	900	9·0,0002·1	0,0018	1,35	0,0024
ŽB deska	250	2500	25·0,25·1	6,2500	1,35	8,4375
<b>Σ</b>				<b>9,25</b>		<b>12,48</b>

*S4 - Chodba 1.NP, chodba do 3. a 4.NP(jádro)*

Skladba	Tloušťka	$\rho$	Výpočet	$g_k$	$\gamma_g$	$g_d$
	mm	kg/m <sup>3</sup>		kN/m <sup>2</sup>	-	kN/m <sup>2</sup>
Keramická velkoform. dlažba	10	2000	20·0,01·1	0,2000	1,35	0,0000
Cementová malta	30	2100	21·0,03·1	0,6300	1,35	0,8505
Betonová mazanina	70	2500	25·0,07·1	1,7500	1,35	2,3625
PE folie	0,2	900	9·0,0002·1	0,0018	1,35	0,0024
ŽB deska	250	2500	25·0,25·1	6,2500	1,35	8,4375
<b>Σ</b>				<b>8,83</b>		<b>11,65</b>

*S5 - Galerie 2.NP, sklad*

Skladba	Tloušťka	$\rho$	Výpočet	$g_k$	$\gamma_g$	$g_d$
	mm	kg/m <sup>3</sup>		kN/m <sup>2</sup>	-	kN/m <sup>2</sup>
Kamenná dlažba	20	2600	26·0,02·1	0,5200	1,35	0,7020
Cementová malta	30	2100	21·0,03·1	0,6300	1,35	0,8505
Betonová mazanina s topnými kabely	60	2500	25·0,06·1	1,5000	1,35	2,0250
Betonová mazanina	70	2500	25·0,07·1	1,7500	1,35	2,3625
PE folie	0,2	900	9·0,0002·1	0,0018	1,35	0,0024
Akustická izolace Rigifloor 5000	40	15	0,15·0,04·1	0,0060	1,35	0,0081
ŽB deska	250	2500	25·0,25·1	6,2500	1,35	8,4375
Podhled SDK	12,5	800	8·0,0125·1	0,1000	1,35	0,1350
<b>Σ</b>				<b>10,76</b>		<b>14,52</b>

*S6 - Podlaha chodby 3. + 4.NP*

Skladba	Tloušťka	$\rho$	Výpočet	$g_k$	$\gamma_g$	$g_d$
	mm	kg/m <sup>3</sup>		kN/m <sup>2</sup>	-	kN/m <sup>2</sup>
Keramická velkoform. dlažba	10	2000	20·0,01·1	0,2000	1,35	0,2700
Cementová malta	30	2100	21·0,03·1	0,6300	1,35	0,8505
Betonová mazanina	70	2500	25·0,07·1	1,7500	1,35	2,3625
PE folie	0,2	900	9·0,0002·1	0,0018	1,35	0,0024
Akustická izolace Rigifloor 5000	40	15	0,15·0,04·1	0,0060	1,35	0,0081
ŽB deska	250	2500	25·0,25·1	6,2500	1,35	8,4375
Podhled SDK	12,5	800	8·0,0125·1	0,1000	1,35	0,1350
<b>Σ</b>				<b>8,94</b>		<b>12,07</b>

*S7 - Byty s ateliéry 3. + 4.NP*

Skladba	Tloušťka	$\rho$	Výpočet	$g_k$	$\gamma_g$	$g_d$
	mm	kg/m <sup>3</sup>		kN/m <sup>2</sup>	-	kN/m <sup>2</sup>
Stěrková hmota	5	-	-	0,0500	1,35	0,0675
Betonová mazanina	70	2500	21·0,03·1	1,7500	1,35	2,3625
PE folie	0,2	900	9·0,0002·1	0,0018	1,35	0,0024
Akustická izolace Rigifloor 5000	40	15	0,15·0,04·1	0,0060	1,35	0,0081
ŽB deska	250	2500	25·0,25·1	6,2500	1,35	8,4375
Podhled SDK	12,5	800	8·0,0125·1	0,1000	1,35	0,1350
<b>Σ</b>				<b>8,16</b>		<b>11,01</b>

*S8 - Terasy 3. + 4.NP*

Skladba	Tloušťka	$\rho$	Výpočet	$g_k$	$\gamma_g$	$g_d$
	mm	kg/m <sup>3</sup>		kN/m <sup>2</sup>	-	kN/m <sup>2</sup>
Betonová dlažba	50	2500	25·0,05·1	1,2500	1,35	1,6875
Plastové terče	-	-	-	-	-	-
Geotextilie Filtek 200	-	-	-	0,0020	1,35	0,0027
Desky Roofmate SL	100	32	0,32·0,1·1	0,0320	1,35	0,0432
Glastek 40 Special Mineral	4	4,54	0,0454·0,004·1	0,0002	1,35	0,0002
ŽB deska	250	2500	25·0,25·1	6,2500	1,35	8,4375
<b>Σ</b>				<b>7,53</b>		<b>10,17</b>

*S9 - Plochá střecha*

Skladba	Tloušťka	$\rho$	Výpočet	$g_k$	$\gamma_g$	$g_d$
	mm	kg/m <sup>3</sup>		kN/m <sup>2</sup>	-	kN/m <sup>2</sup>
Elastek 50 Special Dekor	5	6,39	0,0639·0,005·1	0,0003	1,35	0,0004
Elastek 40 Mineral Special	4	4,54	0,0454·0,004·1	0,0002	1,35	0,0002
Spád. desky Rockfall	300	200	2·0,3·1	0,6000	1,35	0,8100
Rockwool Dachrock	160	200	2·0,16·1	0,3200	1,35	0,4320
Glastek 40 Special Mineral	4	4,54	0,0454·0,004·1	0,0002	1,35	0,0002
ŽB Deska	200	2500	25·0,20·1	5,0000	1,35	6,7500
Podhled SDK	12,5	800	8·0,0125·1	0,1000	1,35	0,1350
<b>Σ</b>				<b>6,02</b>		<b>8,13</b>

*S10 - Technologické podlaží*

Skladba	Tloušťka	$\rho$	Výpočet	$g_k$	$\gamma_g$	$g_d$
	mm	kg/m <sup>3</sup>		kN/m <sup>2</sup>	-	kN/m <sup>2</sup>
Stěrková hmota	5			0,0500	1,35	0,0675
Betonová mazanina	35	2500	25·0,05·1	0,8750	1,35	1,1813
PE folie	0,2	900	9·0,0002·1	0,0018	1,35	0,0024
Tepelná izolace XPS Prime 50 L80	80	42	0,23·0,16·1	0,0336	1,35	0,0454
Hydroizolační pás Bitagit V60 S35	5	1235	12,35·0,005·1	0,0618	1,35	0,0834
Penetrační nátěr	-	-	-	-	-	-
ŽB Deska	400	2500	25·0,40·1	10,0000	1,35	13,5000
Podkladní beton C16/20+kari síť	100	2500	25·0,1·1	2,5000	1,35	3,3750
<b>Σ</b>				<b>3,52</b>		<b>4,62</b>

*S11 - Schodiště vedlejší*

Skladba	Tloušťka	$\rho$	Výpočet	$g_k$	$\gamma_g$	$g_d$
	mm	kg/m <sup>3</sup>		kN/m <sup>2</sup>	-	kN/m <sup>2</sup>
Keramická dlažba	10	2000	20·0,01·1	0,2000	1,35	0,2700
Cementová malta	30	2100	21·0,03·1	0,6300	1,35	0,8505
ŽB deska	150	2500	0,15·25·1	3,7500	1,35	5,0625
<b>Σ</b>				<b>4,58</b>		<b>6,18</b>

*S12 - Schodiště galerie*

Skladba	Tloušťka	$\rho$	Výpočet	$g_k$	$\gamma_g$	$g_d$
	mm	kg/m <sup>3</sup>		kN/m <sup>2</sup>	-	kN/m <sup>2</sup>
Kamenná dlažba	20	2600	26·0,02·1	0,5200	1,35	0,7020
Cementová malta	30	2100	21·0,03·1	0,6300	1,35	0,8505
Betonová mazanina	70	2500	25·0,06·1	1,7500	1,35	2,3625
ŽB deska	150	2500	0,15·25·1	3,7500	1,35	5,0625
Omítka	5	1200	12·0,01·1	0,0600	1,35	0,0810
<b>Σ</b>				<b>6,71</b>		<b>9,06</b>

*Skleněný světlík - střecha*

Skladba	Tloušťka	$\rho$	Výpočet	$g_k$	$\gamma_g$	$g_d$
	mm	kg/m <sup>3</sup>		kN/m <sup>2</sup>	-	kN/m <sup>2</sup>
Skleněný světlík + kotvení	50	2500	-	1,25	1,35	1,69
<b>Σ</b>				<b>1,25</b>		<b>1,69</b>



*Skladby vodorovných konstrukcí – 1.NP*



*Skladby vodorovných konstrukcí – 2.NP*



*Skladby vodorovných konstrukcí – 1.NP*



*Skladby vodorovných konstrukcí – 2.NP*

## 2.1.2 Skladby svislých konstrukcí

*Skladba obvodového zdiva tloušťky 300 mm*

Skladba	Tloušťka	$\rho$	Výpočet	$g_k$	$\gamma_g$	$g_d$
	mm	kg/m <sup>3</sup>		kN/m <sup>2</sup>	-	kN/m <sup>2</sup>
Vnější omítka Baumit Termo	40	1600	16·0,04·1	0,6400	1,35	0,8640
Penetrační nátěr	2	1350	13,5·0,002·1	0,0270	1,35	0,0365
Sklovláknitá tkanina Baumit open text + lepicí malta	30	2100	21·0,03·1	0,6300	1,35	0,8505
YTONG MULTIPOR tepelněizol. deska	200	115	1,15·0,20·1	0,2300	1,35	0,3105
Lepicí hmota Baumit Star Contact	10	1400	14·0,01·1	0,1400	1,35	0,1890
YTONG tvárnice P4- 500	300	500	5·0,30·1	1,5000	1,35	2,0250
Vnitřní omítka Baumit Ratio Slim	5	1200	12·0,005·1	0,0600	1,35	0,0810
<b>Σ</b>				<b>3,23</b>		<b>4,36</b>

*Skladba vnitřního akustického zdiva tloušťky 300 mm*

Skladba	Tloušťka	$\rho$	Výpočet	$g_k$	$\gamma_g$	$g_d$
	mm	kg/m <sup>3</sup>		kN/m <sup>2</sup>	-	kN/m <sup>2</sup>
Vnitřní omítka Baumit Ratio Slim	5	1200	12·0,005·1	0,0600	1,35	0,0810
YTONG tvárnice S15-1600	300	1600	16·0,30·1	4,8000	1,35	6,4800
Vnitřní omítka Baumit Ratio Slim	5	1200	12·0,005·1	0,0600	1,35	0,0810
<b>Σ</b>				<b>4,92</b>		<b>6,64</b>

*Skladba příček tloušťky 150 mm*

Skladba	Tloušťka	$\rho$	Výpočet	$g_k$	$\gamma_g$	$g_d$
	mm	kg/m <sup>3</sup>		kN/m <sup>2</sup>	-	kN/m <sup>2</sup>
Vnitřní omítka Baumit Ratio Slim	5	1200	12·0,005·1	0,0600	1,35	0,0810
YTONG tvárnice P2- 500	150	500	5·0,15·1	0,7500	1,35	1,0125
Vnitřní omítka Baumit Ratio Slim	5	1200	12·0,005·1	0,0600	1,35	0,0810
<b>Σ</b>				<b>0,87</b>		<b>1,17</b>

*Skladba zdiva atiky*

Skladba	Tloušťka	$\rho$	Výpočet	$g_k$	$\gamma_g$	$g_d$
	mm	kg/m <sup>3</sup>		kN/m <sup>2</sup>	-	kN/m <sup>2</sup>
Vnější omítka Baumit Termo	40	1600	16·0,04·1	0,6400	1,35	0,8640
Penetrační nátěr	2	1350	13,5·0,002·1	0,0270	1,35	0,0365
Sklovláknitá tkanina Baumit open text + lepicí malta	30	2100	21·0,03·1	0,6300	1,35	0,8505
YTONG MULTIPOR tepelněizol. deska	200	115	1,15·0,20 ·1	0,2300	1,35	0,3105
Lepicí hmota Baumit Star Contact	10	1400	14·0,01·1	0,1400	1,35	0,1890
YTONG tvárnice P4- 500	150	500	5·0,15·1	0,7500	1,35	1,0125
Lepicí hmota Baumit Star Contact	10	1400	14·0,01·1	0,1400	1,35	0,1890
Rockwool Dachrock	150	200	2·0,15·1	0,3000	1,35	0,4050
Elastek 40 Mineral Special	4	4,54	0,0454·0,004·1	0,0002	1,35	0,0002
Elastek 50 Special Dekor	5	6,39	0,0639·0,005·1	0,0003	1,35	0,0004
<b>Σ</b>				<b>2,86</b>		<b>3,86</b>

*Skladba ŽB roštu tloušťky 500 mm – technologické podlaží*

Skladba	Tloušťka	$\rho$	Výpočet	$g_k$	$\gamma_g$	$g_d$
	mm	kg/m <sup>3</sup>		kN/m <sup>2</sup>	-	kN/m <sup>2</sup>
Železobetonová stěna	500	2500	25·0,50·1	12,5000	1,35	16,88
<b>Σ</b>				<b>12,50</b>		<b>16,88</b>

*Skladba obvodového ŽB zdiva 300 mm – technologické podlaží*

Skladba	Tloušťka	$\rho$	Výpočet	$g_k$	$\gamma_g$	$g_d$
	mm	kg/m <sup>3</sup>		kN/m <sup>2</sup>	-	kN/m <sup>2</sup>
Železobetonová stěna	300	2500	25·0,30·1	7,5000	1,35	10,13
<b>Σ</b>				<b>7,50</b>		<b>10,13</b>

*Výkladce*

Skladba	Tloušťka	$\rho$	Výpočet	$g_k$	$\gamma_g$	$g_d$
	mm	kg/m <sup>3</sup>		kN/m <sup>2</sup>	-	kN/m <sup>2</sup>
Sklo 3x	4	2500	25·0,004·1·3	0,3000	1,35	0,4050
Rám				0,5000	1,35	0,6750
<b>Σ</b>				<b>0,80</b>		<b>1,08</b>

*Skladba ŽB stěny ztužujícího jádra*

Skladba	Tloušťka	$\rho$	Výpočet	$g_k$	$\gamma_g$	$g_d$
	mm	kg/m <sup>3</sup>		kN/m <sup>2</sup>	-	kN/m <sup>2</sup>
Vnitřní omítka Baumit Ratio Slim	5	1200	12·0,005·1	0,0600	1,35	0,0810
Železobetonová stěna	300	2500	25·0,30·1	7,5000	1,35	10,1250
Vnitřní omítka Baumit Ratio Slim	5	1200	12·0,005·1	0,0600	1,35	0,0810
<b>Σ</b>				<b>7,62</b>		<b>10,29</b>

*ŽB zábradlí kolem světlíku nad schodištěm*

Skladba	Tloušťka	$\rho$	Výpočet	$g_k$	$\gamma_g$	$g_d$
	mm	kg/m <sup>3</sup>		kN/m <sup>2</sup>	-	kN/m <sup>2</sup>
Vnitřní omítka Baumit Ratio Slim	5	1200	12·0,005·1	0,0600	1,35	0,0810
Železobetonová stěna	150	2500	25·0,15·1	3,7500	1,35	5,0625
Vnitřní omítka Baumit Ratio Slim	5	1200	12·0,005·1	0,0600	1,35	0,0810
<b>Σ</b>				<b>3,87</b>		<b>5,22</b>



### 2.1.3 Zatížení od schodiště 1.NP – výstavní plocha

Původní schodiště navržené v architektonické studii bylo schodiště přímé, deskové, dvouramenné s krátkou mezipodestou mezi rameny. Schodiště bylo podepřeno pouze na krajích. Model schodiště vytvořený v software Scia Engineer potvrdil odhad, že při délce celého schodiště 7,65 m budou vznikat velké průhyby desky schodiště. Tyto průhyby vypočtené softwarem Scia Engineer dosahovaly maximální hodnoty k 40 mm. První možností pro redukci těchto průhybů bylo zvýšení tloušťky schodišťové desky z původních 150 mm na výrazně vyšší tloušťku. Tím by se ale výrazně zvýšilo množství použitého betonu, schodiště by přestalo působit lehkým estetickým dojmem, jak bylo původně zamýšleno a výrazně by se zvýšilo zatížení, kterým schodiště působilo do svých podpor. Druhou možností bylo umístit pod podestu podporu ve formě krátkého sloupu či stěny, což by ale opět narušilo estetický dojem. Proto byla spolu s autorem návrhu vymyšlena nová varianta podoby schodiště, a to změnou deskového schodiště na nosník o průřezu tvaru U. Stěny průřezu zastoupily funkci zábradlí, a i když se estetický dojem z konstrukce schodiště nepatrně změnil, tak schodiště působí stále elegantně a jednoduše.

Nosná konstrukce nově navrženého schodiště je tedy zamýšlena jako jeden nosník průřezu tvaru U prostě podepřen na obou koncích (do stěny pod 1.NP a do průvlaku pod 2.NP). Schodiště je přímé, dvouramenné s mezipodestou.

Model schodiště byl vytvořen ve výpočetním prostředí RÁM XYZ. Hodnoty zatížení byly převzaty z kapitoly číslo 2 – Zatížení. Výsledná reakce odpovídající statickému schématu byla podělena dvěma kvůli zamýšlenému maximálnímu působení v místech kraje průřezu – pod stěnami U průřezu.

#### *Prvky schodiště*

Prvek	Délka	Tl. Desky	Úhel
	mm	mm	Stupně
Rameno	3500	150	33
Podesta	650	180	-
Rameno	3500	150	33
Celk.délka	7650		



Zatížení*Zatížení stálé a vlastní tíhou konstrukce**Skladba*

$$g_k = 4,44 \text{ kN/m}$$

$$g_d = 5,99 \text{ kN/m}$$

*Nabetonované stupně*

$$h = 160 \text{ mm}$$

$$b = 250 \text{ mm (šířka stupně)}$$

$$\rho = 2500 \text{ kg/m}^3$$

$$d = 1400 \text{ mm (průchozí šířka schodišťového ramene)}$$

$$b = 1900 \text{ mm (šířka schodišťového ramene)}$$

$$g = 0,120 \text{ kN/m}$$

*Proměnné zatížení**Užitné*

$$q_k = 5 \text{ kN/m}^2$$

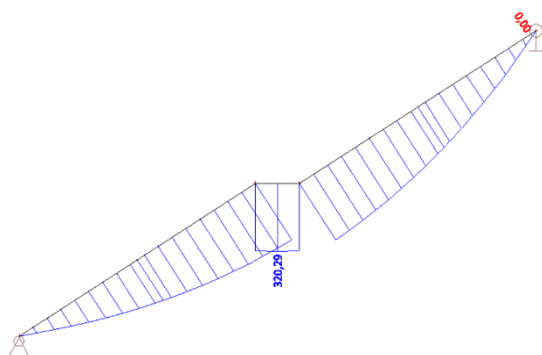
$$q_d = 7,5 \text{ kN/m}^2$$

Hodnoty vnitřních sil a reakcí

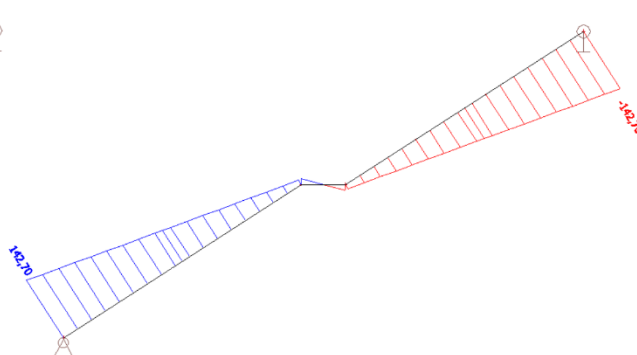
$$R_z = 169,64 \text{ kN}$$

$$M_y = 320,29 \text{ kNm}$$

$$V_z = 142,7 \text{ kN}$$



Ohybové momenty



Posouvající síly

Zatížení od schodiště (v místě stěn U průřezu schodiště)

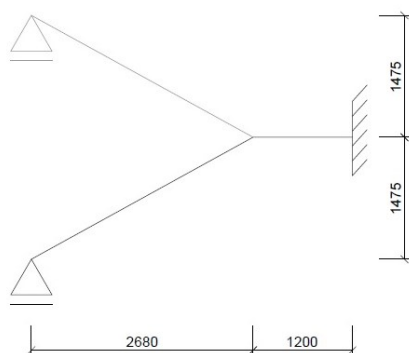
$$F = 84,82 \text{ kN/m}$$

### 2.1.4 Zatížení od schodiště ve ztužujícím jádru

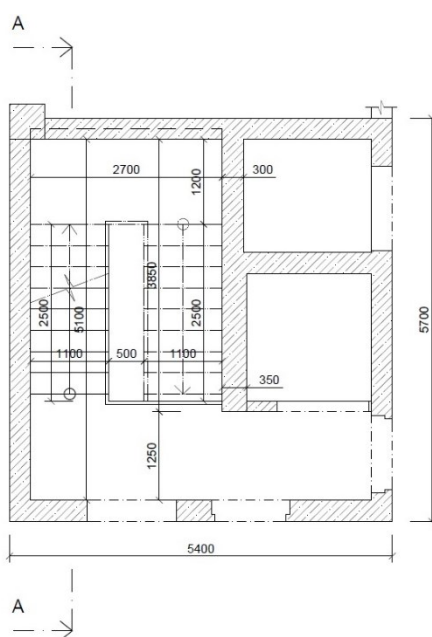
Schodiště je navrženo jako deskové, pravotočivé, dvouramenné s mezipodestou. Raena jsou uloženy prostě na ozub desky a mezipodesta je vetknuta do zdi ztužujícího jádra. Model schodiště byl vytvořen ve výpočetním prostředí OBECNÁ XYZ. Hodnoty zatížení byly převzaty z kapitoly číslo 2 – Zatížení.

#### Prvky schodiště

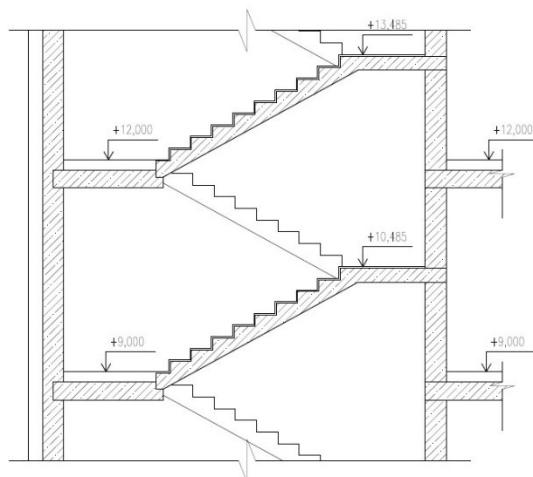
Prvek	Délka mm	Tl. Desky mm	Úhel Stupně
Rameno	2680	150	29
Podesta	1200	200	-
Rameno	2680	150	29
Celk.délka	3880		



Statické schéma schodiště



Půdorys schodiště



Řez schodištěm (A)

Zatížení*Zatížení stálé a vlastní tíhou konstrukce**Skladba*

$$g_k = 0,91 \text{ kN/m}$$

$$g_d = 1,23 \text{ kN/m}$$

*Nabetonované stupně*

$$h = 165 \text{ mm}$$

$$b = 300 \text{ mm (šířka stupně)}$$

$$\rho = 2500 \text{ kg/m}^3$$

$$d = 1100 \text{ mm (průchozí šířka schodišťového ramene)}$$

Počet stupňů na 1 metr schodiště : 3,33 ks

$$g = 0,091 \text{ kN/m}$$

*Proměnné zatížení**Užitné*

$$q_k = 3 \text{ kN/m}^2$$

$$q_d = 4,5 \text{ kN/m}^2$$

Hodnoty reakcí*Ve vetknutí do stěny ztužujícího jádra (šířka podpory = 2,7m)*

$$p = 26,67 \text{ kN/m}$$

$$m_y = 27,29 \text{ kNm/m}$$

*V místě uložení na ozub desky (šířka podpory = 1,1m)*

$$p = 16,65 \text{ kN/m}$$

### 2.1.5 Zátížení od výtahů

Poloha a velikost zatížení byla převzata z katalogu pro projektování výrobce výtahů KONE a.s. pro osobní výtahy a GMV Martini S.p.A.. Hodnoty odpovídají typu osobního výtahu PW09 s nosností 680 kg a nákladnímu výtahu GPL s nosností 600-1600 kg.

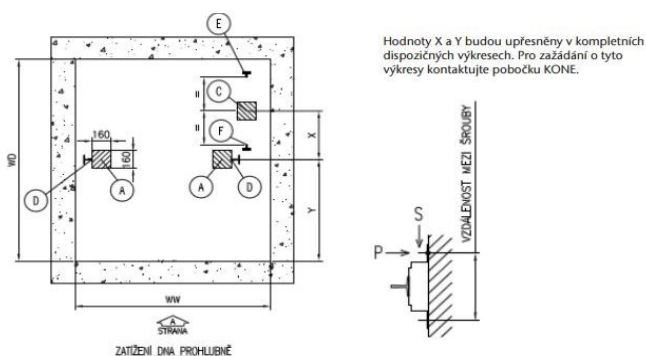
#### Osobní výtah

Reakce na prohlubeň šachty – síly do nárazníků a vodítek

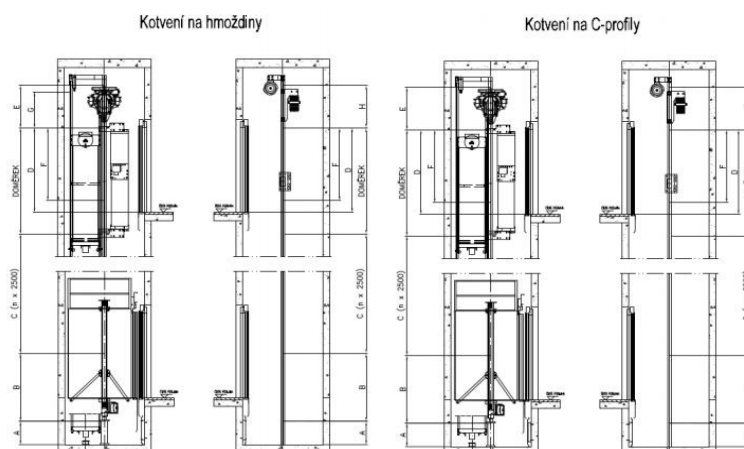
TYP VÝTAHU	NOSNOST (kg)	POČET OSOB	NÁRAZNÍKY		VODÍTKA				
			A (kN)	C (kN)	D (kN)	E (kN)	F (kN)	E (kN)	F (kN)
PW09	680	9	29,4	45,5	38,0	17,7	6,3	18,4	18,4

#### Reakce na stěnu šachty

TYP VÝTAHU	(kg)	POČET OSOB	STRANA MOTORU						STRANA NAPROTI MOTORU					
			vrchní 2 kotvení			ostatní kotvení			vrchní 2 kotvení			ostatní kotvení		
			P(min) (kN)	P(max) (kN)	S (kN)	P(min) (kN)	P(max) (kN)	S (kN)	P(min) (kN)	P(max) (kN)	S (kN)	P(min) (kN)	P(max) (kN)	S (kN)
PW09	680	9	2,5	4,4	2,7	1,0	1,9	1,3	1,4	10,4	5,2	0,2	2,0	1,3



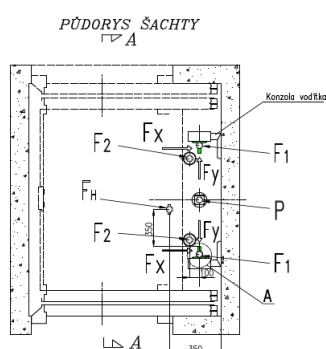
Poloha nárazníků a vodítek – dno šachty



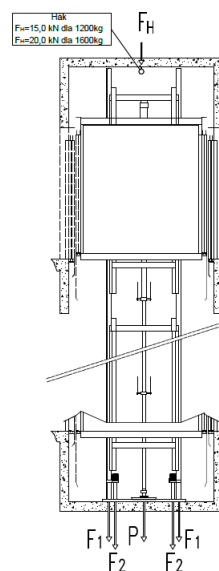
Poloha nárazníků a vodítek – stěny šachty

Nákladní výtahReakce na prohlubeň šachty

Jm. nosnost [kg]	$F_x$ [kN]		$F_y$ [kN]		Vertikální síla pod vodičkem $F_1$ [kN]		Vertikální síla pod nárazníkem $F_2$ [kN]		Vertikální síla pod pístem $P$ [kN]	
	1 vstup	2 vstupy	1 vstup	2 vstupy	1 vstup	2 vstupy	1 vstup	2 vstupy	1 vstup	2 vstupy
600–1200	5,4	5,5	4,6	3,5	34,7	36,7	10,6	11,2	47,1	52,3



Poloha nárazníků a vodiček – dno šachty



Poloha nárazníků a vodiček – stěny šachty

## 2.2 Zatížení proměnné

### 2.2.1 Zatížení užité

Podlaží	Kategorie dle EN 1991-1-1		$q_k$	$\gamma_g$	$q_d$
			kN/m <sup>2</sup>	-	kN/m <sup>2</sup>
1.NP	C3 - plochy bez překážek pro pohyb osob, např. plochy v muzeích, výstavních sálích, ...		<b>5,0</b>	1,5	<b>7,500</b>
	C1 - plochy se stoly, např. plochy v kavárnách, restauracích, ...		<b>3,0</b>	1,5	<b>4,500</b>
2.NP	C3 - plochy bez překážek pro pohyb osob, např. plochy v muzeích, výstavních sálích, ...		<b>5,0</b>	1,5	<b>7,500</b>
	E1 - plochy, kde může dojít k hromadění zboží včetně přístupových ploch(sklad)		<b>7,5</b>	1,5	<b>11,250</b>
3.NP	A - Místnosti obytných budov a domů	strop. kce	<b>1,5</b>	1,5	<b>2,250</b>
		schodiště	<b>3,0</b>	1,5	<b>4,500</b>
	I - přístupné střechy užívané dle kat. A	balkony	<b>3,0</b>	1,5	<b>4,500</b>
4.NP	A - Místnosti obytných budov a domů	strop. kce	<b>1,5</b>	1,5	<b>2,250</b>
		schodiště	<b>3,0</b>	1,5	<b>4,500</b>
	I - přístupné střechy užívané dle kat. A	balkony	<b>3,0</b>	1,5	<b>4,500</b>
Střecha	H - nepřístupné střechy s vyj. běžných oprav a údržby		<b>0,8</b>	1,5	<b>1,125</b>

*Proměnné zatížení od technologických zařízení v prostoru podhledu*

$$g_t = 3 \text{ kN/m}^2$$

*Proměnné zatížení od technologických zařízení v technologickém patře*

$$g_t = 5 \text{ kN/m}^2$$

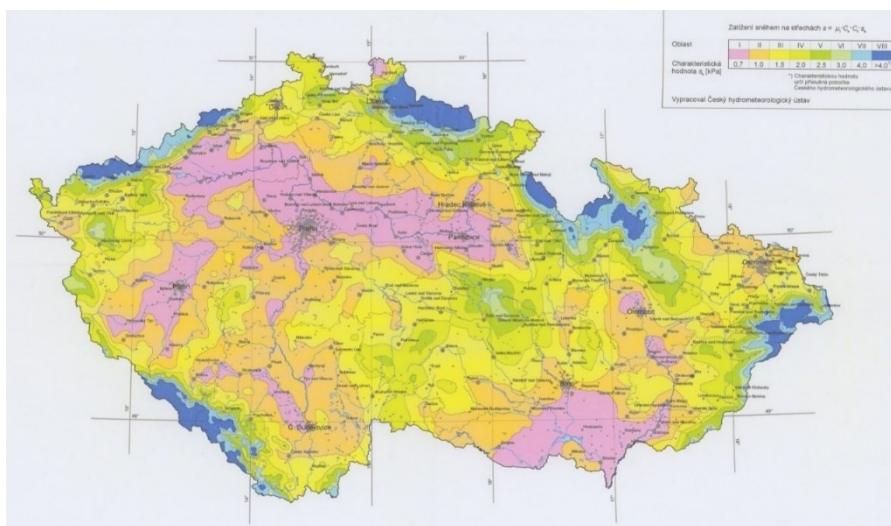


2.2.2 Zatížení klimatické2.2.2.1 Zatížení sněhemNenavátý sněh

Sněhová oblast II – Ostrava

*Charakteristická hodnota zatížení sněhem*

$$s_k = 1,0 \text{ kN/m}^2$$



Mapa sněhových oblastí ČR

*Součinitel typu krajiny dle expozice - normální*

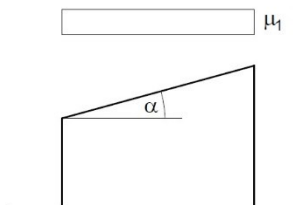
$$C_e = 1,0$$

$$C_t = 1,0$$

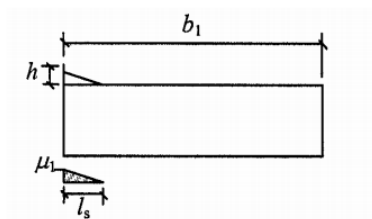
*Tvarový součinitel zatížení sněhem – pro pultovou střechu*

$$\alpha = 2^\circ$$

$$\mu_1 = 0,8$$

*Tvarové součinitelé zatížení sněhem pro pultovou střechu**Hodnota zatížení sněhem*

$$s = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,8 \text{ kN/m}^2$$

Návěje na výstupky a překážky*Střecha – návěj u atiky**Sníh za atikou – plochá střecha*

$$h = 0,1\text{m}$$

$$\mu_1 = 0,8$$

$$\gamma = 2\text{kN/m}^3$$

$$5h = 0,5\text{m}$$

$$b_1 = 34,25\text{m}$$

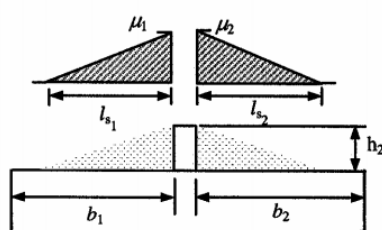
$$\mu_1 = \min(2h/s_k; 2b/l_s; 8) = 8$$

$$\mu_1 = 2h/s_k = 0,2$$

$$\mu_1 = 2b/l_s = 137$$

$$l_s = \min(5h; b_1; 15\text{m}) = 0,5\text{m}$$

$$\mu_1 = 0,2 \leq s = 0,8\text{kN/m}^2$$

Návěj se nevytvoří*Střecha – návěj u stěny výtahové šachty**Překážka na ploché střeše*

$$h = 0,95\text{m}$$

$$b_1 = 12,8\text{m}$$

$$b_2 = 2,7\text{m}$$

$$b_3 = 9,65\text{m}$$

$$b_4 = 1,35\text{m}$$

$$\mu_1 = 2h_1/s_k = 1,9$$

$$\mu_1 = \min(2h/s_k; 5) = 1,9$$

$$l_{s1} = \min(5h; b_1) = 4,75\text{m}$$

$$\mu_2 = 2h_2/s_k = 1,9$$

$$\mu_2 = \min(2h/s_k; 5) = 1,9$$

$$l_{s2} = \min(5h; b_2) = 2,7\text{m}$$

$$\mu_3 = 2h_3/s_k = 1,9$$

$$\mu_3 = \min(2h/s_k; 5) = 1,9$$

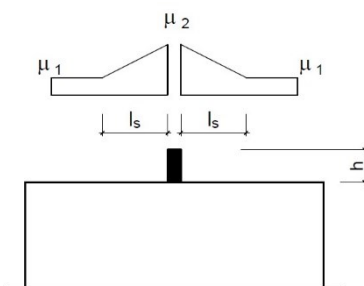
$$l_{s3} = \min(5h; b_3) = 4,75\text{m}$$

$$\mu_3 = 2h_3/s_k = 1,9$$

$$\mu_3 = \min(2h/s_k; 5) = 1,9$$

$$l_{s3} = \min(5h; b_3) = 1,35\text{m}$$

*Terasa 3.NP – návěš na stěnu směr 1.*



*Tvarové součinitele zatížení sněhem pro výstupky a překážky*

$$h = 3\text{m}$$

$$\mu_1 = 0,8$$

$$\gamma = 2\text{kN/m}^3$$

$$\mu_2 = \gamma \cdot (h/s_k) = 6$$

$0,8 \leq \mu_2 \leq 2,0$  – hodnota je mimo zadaný interval, je tedy nutno vzít nejbližší možnou hodnotu

$$\mu_2 = 2,0$$

$$l_s = 2h = 6\text{m} = 6,0\text{m}$$

$$5,0\text{m} \leq l_s \leq 15,0\text{m}$$

**VYHOVÍ**

*Terasa 3.NP – návěš na stěnu směr 2.*

$$h = 3\text{m}$$

$$\mu_1 = 0,8$$

$$\gamma = 2\text{kN/m}^3$$

$$\mu_2 = \gamma \cdot (h/s_k) = 6$$

$0,8 \leq \mu_2 \leq 2,0$  – hodnota je mimo zadaný interval, je tedy nutno vzít nejbližší možnou hodnotu

$$\mu_2 = 2,0$$

$$l_s = 2h = 6\text{m} = 6,0\text{m}$$

$$5,0\text{m} \leq l_s \leq 15,0\text{m}$$

**VYHOVÍ**

*Terasa 3.NP – návěj na stěnu – nepochozí terasa*

$$h = 3\text{m}$$

$$\mu_1 = 0,8$$

$$\gamma = 2\text{kN/m}^3$$

$$\mu_2 = \gamma \cdot (h/s_k) = 6$$

$0,8 \leq \mu_2 \leq 2,0$  – hodnota je mimo zadaný interval, je tedy nutno vzít nejbližší možnou hodnotu

$$\mu_2 = 2,0$$

$$l_s = 2h = 6\text{m} = 6,0\text{m}$$

$$5,0\text{m} \leq l_s \leq 15,0\text{m}$$

**VYHOVÍ**

*Terasa 4.NP – návěj na stěnu*

$$h=3,3\text{m}$$

$$\mu_1 = 0,8$$

$$\gamma = 2\text{kN/m}^3$$

$$\mu_2 = \gamma \cdot (h/s_k) = 6,6$$

$0,8 \leq \mu_2 \leq 2,0$  – hodnota je mimo zadaný interval, je tedy nutno vzít nejbližší možnou hodnotu

$$\mu_2 = 2,0$$

$$l_s = 2h = 6,6\text{m} = 6,6\text{m}$$

$$5,0\text{m} \leq l_s \leq 15,0\text{m}$$

**VYHOVÍ**

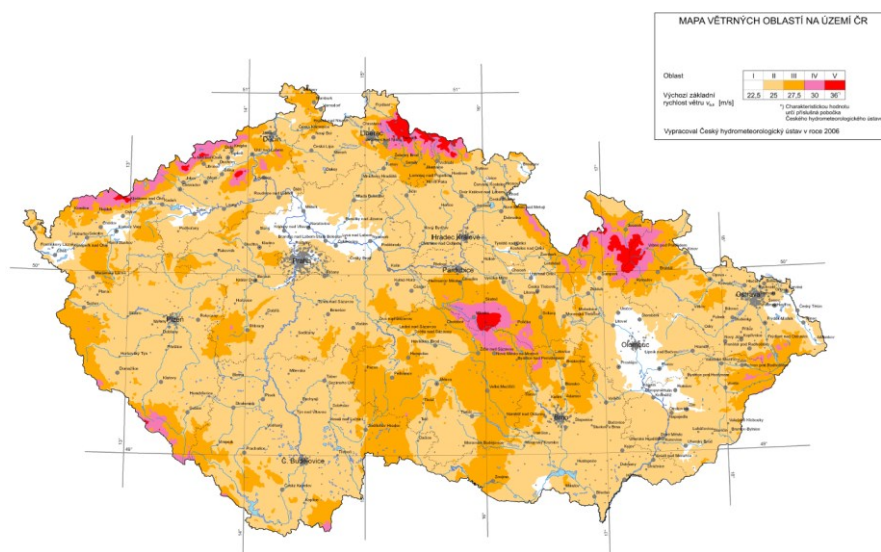
### 2.2.2.2 Zatížení větrem

Pro výpočet tlaku větru na konstrukci stěn bylo počítáno se dvěma variantami. V první variantě nebyl brán ohled na členitost fasády a odlišné výměry půdorysů a pro výpočet se použila hodnota *referenční* výšky  $z = 15,430$  m (celková výška budovy) a hodnoty půdorysných rozměrů budovy odpovídající nejvyšším možným hodnotám ze všech podlaží. Vznikl tedy jeden náhradní půdorys budovy. Varianta druhá zahrnovala rozdělení konstrukce na jednotlivé podlaží s rozdílnými *referenčními* výškami  $z$ , které odpovídaly výškám vrchní hrany konkrétního podlaží nad terénem. Rozvněž byly pro výpočet brány hodnoty půdorysných rozměrů konkrétního podlaží, na jejíž stěnu se počítal tlak od větru. Zatížení na konstrukci zadávané do výpočetního programu Scia Engineer byla brána z varianty první, jelikož varianta druhá dosahovala vzestupných výsledků směrem k poslednímu podlaží, kde se hodnoty shodovaly s variantou první. Výběrem varianty první byl výpočet proveden na stranu bezpečnou. Pro demonstraci postupu je níže uveden výpočet varianty druhé a to pro 1.NP.

#### Povětrnostní podmínky

Větrná oblast II - Ostrava

$$v_{b,0} = 25,0 \text{ m/s}$$



Mapa větrných oblastí ČR

#### *Součinitelé směru větru a ročního období*

$$c_{dir} = 1,0$$

$$c_{season} = 1,0$$

#### *Základní rychlost větru*

$$v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} = 25,0 \text{ m/s}$$

*Hustota vzduchu*

$$\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$$

*Základní tlak větru*

$$q_b = 1/2 \cdot \rho \cdot v_b^2 = 390,625 \text{ kPa}$$

*Místní vlivy*

*Střední rychlost větru*

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_0(z) \cdot v_b = 16,030 \text{ m/s}$$

*Součinitel ortografie*

$$c_0(z) = 1,0$$

*Součinitel drsnosti terénu*

$$c_r(z) = k_r \cdot \ln(z/z_0) = 0,64120$$

*Součinitel terénu*

$$k_r = 0,19 \cdot (z_0/z_{0,II})^{0,07} = 0,2343$$

*Kategorie terénu – IV (alespoň 15% povrchu je pokryto budovami, průměrná výška přesahuje 15m)*

$$z_{0,II} = 0,05 \text{ m}$$

*Parametr drsnosti terénu*

$$z_0 = 1,0 \text{ m}$$

*Výška nad terénem*

$$z = 15,430 \text{ m}$$

*Minimální výška*

$$z_{\min} = 10,0 \text{ m}$$

$$z \geq z_{\min}$$

$$15,450 \geq 10,0 \text{ m}$$

**VYHOVÍ**

*Charakteristický maximální dynamický tlak*

$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot I_v(z)] \cdot (1/2) \cdot \rho \cdot v_m^2 = c_e(z) \cdot q_b = 0,571442 \text{ kN/m}^2$$

*Součinitel expozice*

$$c_e(z) = [1 + 7 \cdot I_v(z)] \cdot c_0(z)^2 \cdot c_r(z)^2 = 1,462891$$

*Součinitel turbulence*

$$k_I = 1,0$$

*Intenzita turbulence*

$$z \leq z_{\min} \quad \text{NEPLATÍ}$$

$$z_{\max} = 200\text{m} \geq z \geq z_{\min} \quad \text{PLATÍ}$$

Výpočet se tedy provede dle vzorce:

$$I_v(z) = k_I / (c_0(z) \cdot \ln(z/z_0)) = 0,3655$$

Kvazistatická odezva*Tlak větru působícího na vnější povrchy*

$$w_e = q_p(z_e) \cdot c_{ep}$$

*Tlak větru působícího na vnitřní povrchy*

$$w_i = q_p(z_i) \cdot c_{ip}$$

*Výsledný tlak větru*

$$w = w_e + w_i$$

Oblast	A		B		C		D		E	
h/d	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
5	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,8	+1,0	-0,7	
1	-1,2	-1,4	-1,4	-1,1	-0,5		+0,8	+1,0	-0,5	
$\leq 0,25$	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,7	+1,0	-0,3	

Doporučené hodnoty součinitelů vnějšího tlaku

Stěny – varianta I.*Referenční výška*

$$h = 15,430\text{m}$$

$$b = 35,250\text{m}$$

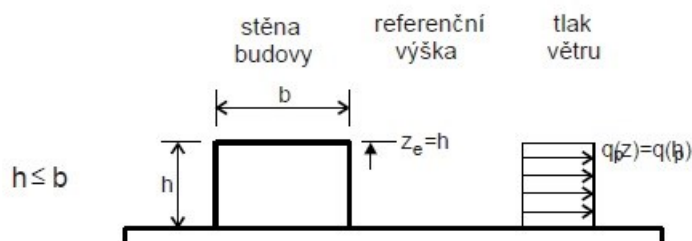
$$2b = 70,500\text{m}$$

$$h \leq b \quad \text{PLATÍ}$$

$$b < h \leq 2b \quad \text{NEPLATÍ}$$

$$h > 2b \quad \text{NEPLATÍ}$$

Výchozí rozdělení tlaku větru po výšce konstrukce bude tedy dle:



Rozdělení tlaku po výšce konstrukce

$$z_e = h = 15,430 = z_i$$

$$q_p(z) = q_p(z_e)$$

a) *vitr příčný*

$$b = 35,250\text{m}$$

$$d = 34,250\text{m}$$

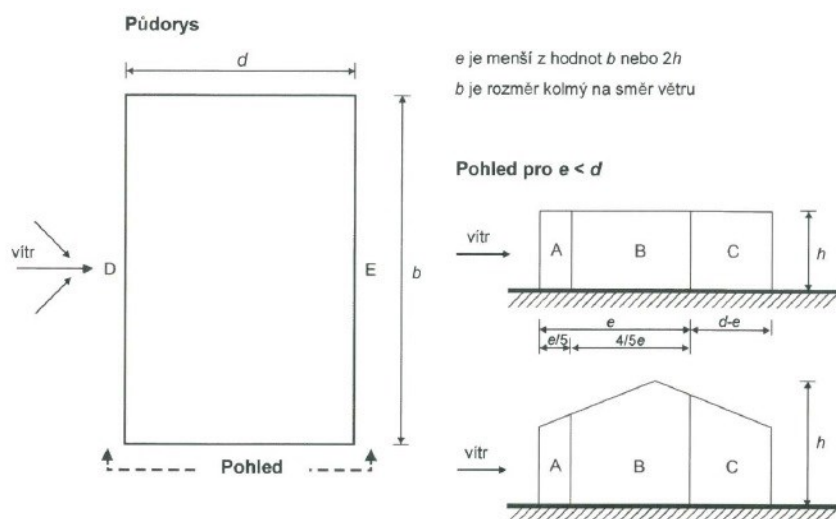
$$2h = 30,860\text{m}$$

$$e < d \quad \text{PLATÍ}$$

$$e \geq d \quad \text{NEPLATÍ}$$

$$e \geq 5d \quad \text{NEPLATÍ}$$

Rozdělení stěn na pole budou tedy provedeny dle:



Legenda pro svislé stěny – rozdělení stěny do polí

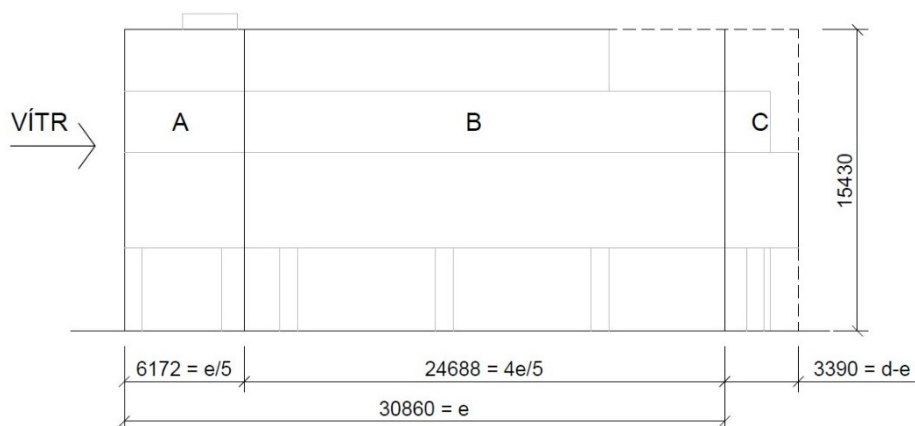
$$4e/5 = 24,688\text{m}$$

$$d - e = 3,390\text{m}$$

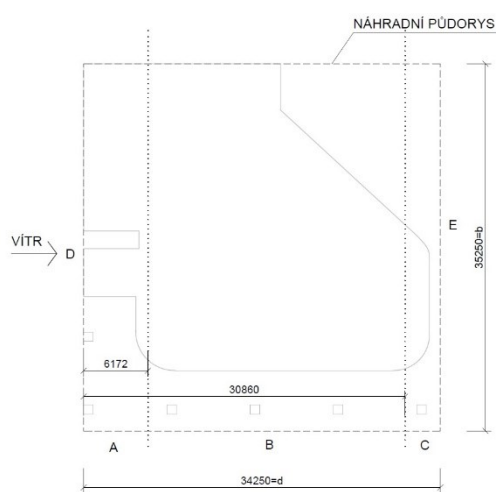
$$e/5 = 6,172\text{m}$$

$$e = \min(2h; b) = 30,860\text{m}$$

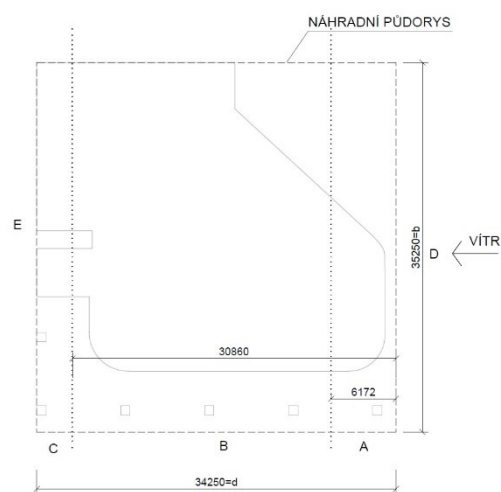




Rozdělení stěny do polí – příčný vítr



Vitr do stěn příčný 1 - půdorys



Vitr do stěn příčný 2 - půdorys

$h/d = 0,450511$  pro určení hodnot součinitelů vnějšího tlaku

#### Výsledné tlaky větru

	A	B	C	D	E
$c_{pe,10}$	-1,2	-0,960	-0,5	0,727	-0,353
$w_e$	-0,686	-0,549	-0,286	0,415	-0,202
$c_{pi,10}$	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
$c_{pi,10}$	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3
$w_i$	0,114	0,114	0,114	0,114	0,114
$w_i$	-0,171	-0,171	-0,171	-0,171	-0,171
$w$	-0,571	-0,435	-0,171	0,530	-0,088
$w$	-0,686	-0,720	-0,457	0,244	-0,373

b) vítr podélný

$$b = 34,250\text{m}$$

$$d = 35,250\text{m}$$

$$2h = 30,860\text{m}$$

$e < d$  **PLATÍ**

$e \geq d$  **NEPLATÍ**

$e \geq 5d$  **NEPLATÍ**

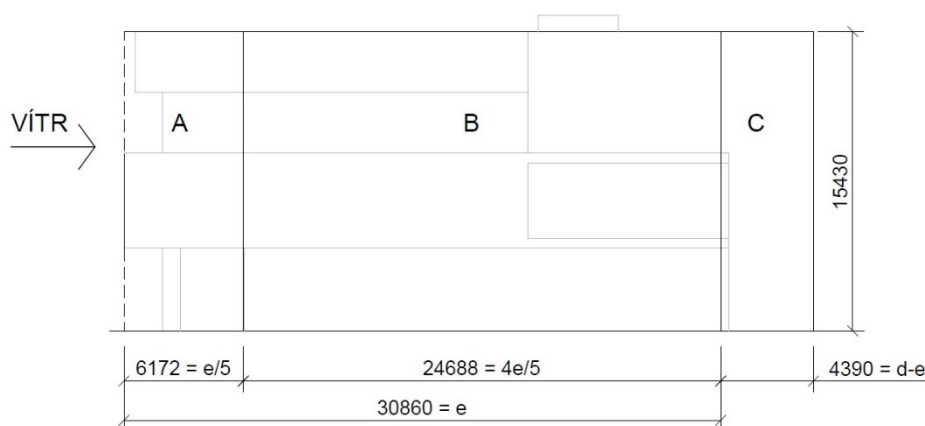
Rozdělení stěn na pole budou tedy provedeny dle stejného schématu jako u větru příčného.

$$d - e = 4,390\text{m}$$

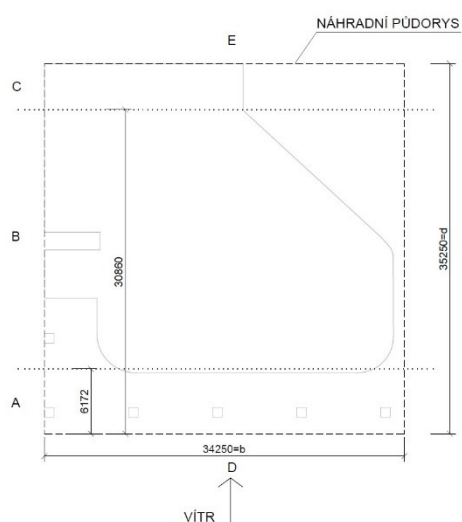
$$e/5 = 6,172\text{m}$$

$$4e/5 = 24,688\text{m}$$

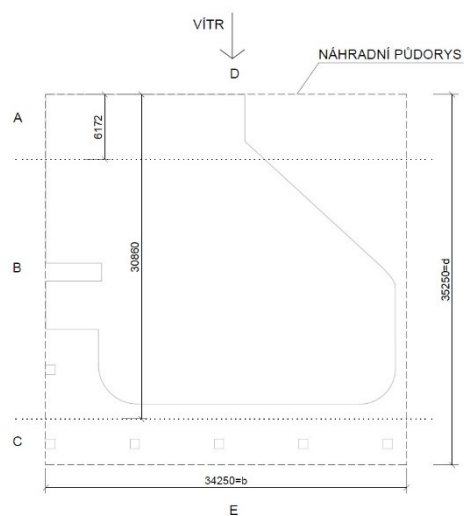
$$e = \min(2h; b) = 30,860\text{m}$$



Rozdělení stěny do polí – podélný vítr



Víteř do stěny podélný 1 - půdorys

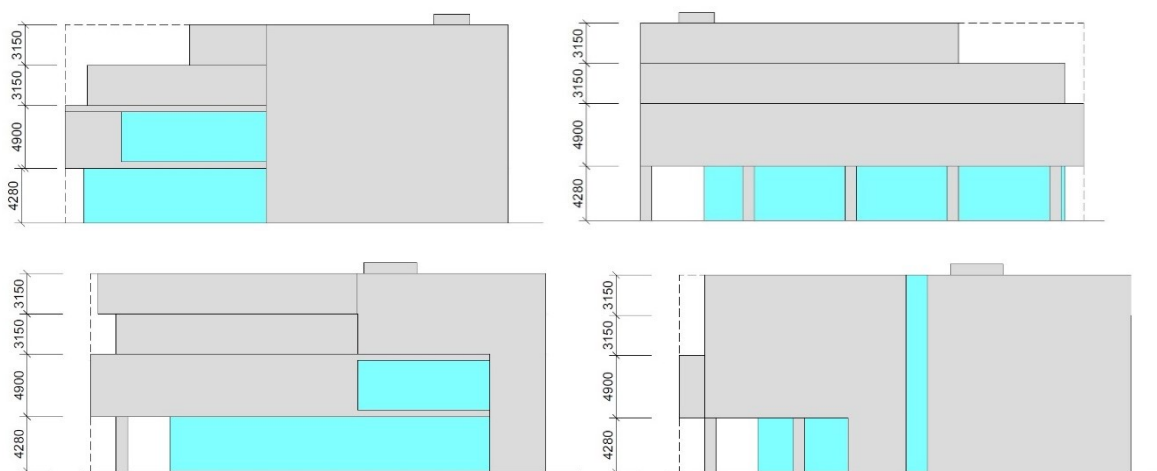


Víteř do stěny podélný 2 - půdorys

$h/d = 0,43773$  pro určení hodnot *součinitelů vnějšího tlaku*

*Výsledné tlaky větru*

	A	B	C	D	E
$c_{pe,10}$	-1,2	-0,9502	-0,5	0,725	-0,350
$w_e$	-0,686	-0,543	-0,286	0,414	-0,200
$c_{pi,10}$	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
$c_{pi,10}$	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3
$w_i$	0,114	0,114	0,114	0,114	0,114
$w_i$	-0,171	-0,171	-0,171	-0,171	-0,171
w	-0,571	-0,429	-0,171	0,529	-0,086
w	-0,857	-0,714	-0,457	0,243	-0,371

Stěny – varianta 2. – 1.NP

Schématické pohledy na konstrukci s výkřadci, bez okenních otvorů.

Čárkovaně je vyznačena podoba fasády pro výpočet varianty 2.

*Střední rychlost větru*

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_0(z) \cdot v_b = 8,518 \text{ m/s}$$

*Součinitel ortografie*

$$c_0(z) = 1,0$$

*Součinitel drsnosti terénu*

$$c_r(z) = k_r \cdot \ln(z/z_0) = 0,34070$$

*Součinitel terénu*

$$k_r = 0,19 \cdot (z_0/z_{0,II})^{0,07} = 0,2343$$

*Kategorie terénu – IV (alespoň 15% povrchu je pokryto budovami, průměrná výška přesahuje 15m)*

*Parametr drsnosti terénu*

$$z_0 = 1,0 \text{ m}$$

*Výška nad terénem*

$$z = 4,280 \text{ m}$$

*Minimální výška*

$$z_{\min} = 10,0 \text{ m}$$

$$z_{0,II} = 0,05 \text{ m}$$

$$z \geq z_{\min}$$

**NEVYHOVÍ**

**Charakteristický maximální dynamický tlak**

$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot I_v(z)] \cdot (1/2) \cdot \rho \cdot v_m^2 = c_e(z) \cdot q_b = 0,183189$$

*Součinitel expozice*

$$c_e(z) = [1 + 7 \cdot I_v(z)] \cdot c_0(z)^2 \cdot c_r(z)^2 = 0,468965$$

*Součinitel turbulence*

$$k_1 = 1,0$$

*Intenzita turbulence*

$$\text{pro } z_{\max} = 200\text{m} \geq z \geq z_{\min} \quad \text{NEPLATÍ}$$

$$\text{pro } z \leq z_{\min} \quad \text{PLATÍ}$$

Výpočet se tedy provede dle vzorce:

$$I_v(z) = I_v(z_{\min}) = 0,4343$$

a) *vítr příčný*

*Referenční výška*

$$h = 4,280\text{m} (\text{výška budovy})$$

$$b = 33,000\text{m} (\text{šířka budovy kolmá na směr větru})$$

$$2b = 66,000\text{m}$$

$$h \leq b \quad \text{PLATÍ}$$

$$b < h \leq 2b \quad \text{NEPLATÍ}$$

$$h > 2b \quad \text{NEPLATÍ}$$

$$z_e = h = 4,280 = z_i$$

$$q_p(z) = q_p(z_e)$$

$$b = 33,000\text{m}$$

$$d = 29,250\text{m}$$

$$2h = 8,560\text{m}$$

$$e < d \quad \text{PLATÍ}$$

$$e \geq d \quad \text{NEPLATÍ}$$

$$e \geq 5d \quad \text{NEPLATÍ}$$

Rozdělení stěn na pole budou tedy provedeny dle stejného schématu jako u větru příčného varianty 1..

$$d - e = 20,690\text{m}$$

$$e/5 = 1,712\text{m}$$

$$4e/5 = 6,848\text{m}$$

$$e = \min(2h; b) = 8,560\text{m}$$

$$h/d = 0,146325 \text{ pro určení hodnot součinitelů vnějšího tlaku}$$

#### Výsledné tlaky větru

	A	B	C	D	E
$c_{pe,10}$	-1,2	-0,8	-0,5	0,700	-0,300
$w_e$	-0,220	-0,147	-0,092	0,128	-0,055
$c_{pi,10}$	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
$c_{pi,10}$	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3
$w_i$	0,037	0,037	0,037	0,037	0,037
$w_i$	-0,055	-0,055	-0,055	-0,055	-0,055
$w$	-0,183	-0,110	-0,055	0,165	-0,018
$w$	-0,275	-0,202	-0,147	0,073	-0,110

#### b) vítr podélný

##### Referenční výška

$$h = 4,280\text{m}$$

$$b = 29,250\text{m}$$

$$2b = 58,500\text{m}$$

$$h \leq b \quad \textbf{PLATÍ}$$

$$b < h \leq 2b \quad \textbf{NEPLATÍ}$$

$$h > 2b \quad \textbf{NEPLATÍ}$$

$$z_e = h = 4,280 = z_i$$

$$q_p(z) = q_p(z_e)$$

$$b = 29,250\text{m}$$

$$d = 33,000\text{m}$$

$$2h = 8,560\text{m}$$

$$e < d \quad \textbf{PLATÍ}$$

$$e \geq d \quad \textbf{NEPLATÍ}$$

$$e \geq 5d \quad \textbf{NEPLATÍ}$$

Rozdělení stěn na pole budou tedy provedeny dle stejného schématu jako u větru příčného varianty 1..

$$h/d = 0,129697 \text{ pro určení hodnot součinitelů vnějšího tlaku}$$

*Výsledné tlaky větru*

	A	B	C	D	E
$c_{pe,10}$	-1,2	-0,8	-0,5	0,700	-0,300
$w_e$	-0,220	-0,147	-0,092	0,128	-0,055
$c_{pi,10}$	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
$c_{pi,10}$	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3
$w_i$	0,037	0,037	0,037	0,037	0,037
$w_i$	-0,055	-0,055	-0,055	-0,055	-0,055
$w$	-0,183	-0,110	-0,055	0,165	-0,018
$w$	-0,275	-0,202	-0,147	0,073	-0,110

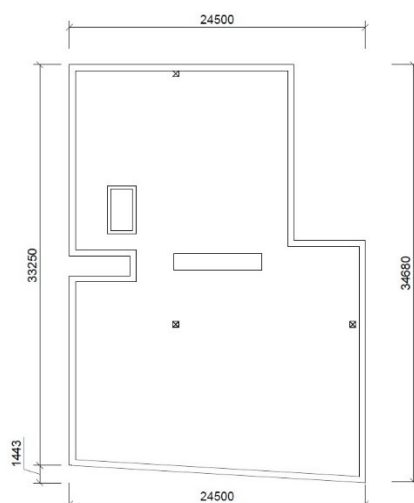
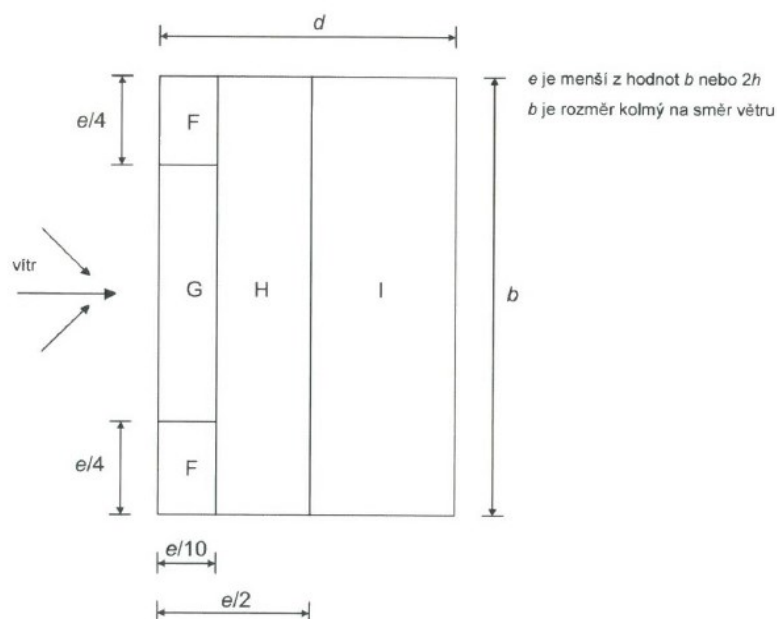
Plochá střecha

Schéma střechy

Typ střechy		Oblasti							
		F		G		H		I	
		$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$
Ostré hrany		-1,8	-2,5	-1,2	-2,0	-0,7	-1,2	+ 0,2	
								- 0,2	
S atikou	$h_p/h = 0,025$	-1,6	-2,2	-1,1	-1,8	-0,7	-1,2	+ 0,2	
								- 0,2	
	$h_p/h = 0,05$	-1,4	-2,0	-0,9	-1,6	-0,7	-1,2	+ 0,2	
								- 0,2	
	$h_p/h = 0,10$	-1,2	-1,8	-0,8	-1,4	-0,7	-1,2	+ 0,2	
								- 0,2	

Součinitele vnějšího tlaku pro ploché střechy



Rozdělení ploché střechy na pole



a) vítr příčný

$$h = 15,430\text{m} \quad b = 34,680\text{m}$$

$$h_p = 0,100\text{m} \quad d = 24,500\text{m}$$

$$2h = 30,860\text{m}$$

$$e = \min(2h; b) = 30,860\text{m}$$

$$e/4 = 7,715\text{ m}$$

$$e/10 = 3,086\text{m}$$

$$e/2 = 15,430\text{m}$$

$h_p/h = 0,006481$  pro určení hodnot součinitelů vnějšího tlaku

	F	G	H	I	
$c_{pe,10}$	-1,748	-1,174	-0,7	0,2	-0,2
$w_e$	-0,999	-0,671	-0,400	0,114	-0,114
$c_{pi,10}$	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
$c_{pi,10}$	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3
$w_i$	0,114	0,114	0,114	0,114	0,114
$w_i$	-0,171	-0,171	-0,171	-0,171	-0,171
$w$	-0,885	-0,557	-0,286	0,229	0,000
$w$	-1,170	-0,842	-0,571	-0,057	-0,286

b) vítr podélný

$$h = 15,430\text{m} \quad b = 24,500\text{m}$$

$$h_p = 0,100\text{m} \quad d = 34,680\text{m}$$

$$2h = 30,860\text{m}$$

$$e = \min(2h; b) = 24,500\text{m}$$

$$e/4 = 6,125\text{m}$$

$$e/10 = 2,450\text{m}$$

$$e/2 = 12,250\text{m}$$

$h_p/h = 0,006481$  pro určení hodnot součinitelů vnějšího tlaku

	F	G	H	I	
$c_{pe,10}$	-1,748	-1,174	-0,7	0,2	-0,2
$w_e$	-0,999	-0,671	-0,400	0,114	-0,114
$c_{pi,10}$	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
$c_{pi,10}$	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3
$w_i$	0,114	0,114	0,114	0,114	0,114
$w_i$	-0,171	-0,171	-0,171	-0,171	-0,171
$w$	-0,885	-0,557	-0,286	0,229	0,000
$w$	-1,170	-0,842	-0,571	-0,057	-0,286

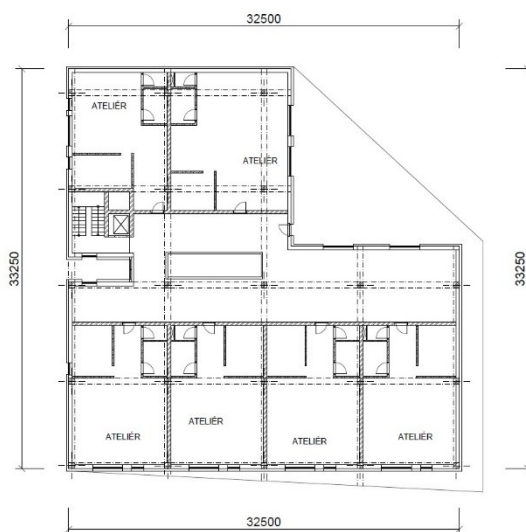
Terasa 3.NP

Schéma 3.NP

*a) vítr podénný*

$$h = 9,130\text{m} \quad b = 14,750\text{m}$$

$$h_p = 3,000\text{m} \quad d = 15,750\text{m}$$

$$2h = 18,260\text{m}$$

$$e = \min(2h; b) = 14,750\text{m}$$

$$e/4 = 3,688\text{m}$$

$$e/10 = 1,475\text{m}$$

$$e/2 = 7,375\text{m}$$

$h_p/h = 0,328587$  pro určení hodnot *součinitelů vnějšího tlaku*

	F	G	H	I	
$c_{pe,10}$	-0,8714	-0,5357	-0,7	0,2	-0,2
$w_e$	-0,498	-0,306	-0,400	0,114	-0,114
$c_{pi,10}$	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
$c_{pi,10}$	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3
$w_i$	0,114	0,114	0,114	0,114	0,114
$w_i$	-0,171	-0,171	-0,171	-0,171	-0,171
$w$	-0,384	-0,192	-0,286	0,229	0,000
$w$	-0,669	-0,478	-0,571	-0,057	-0,286

*b) vítr příčný*

$$h = 9,130\text{m} \quad b = 15,750\text{m}$$

$$h_p = 3,000\text{m} \quad d = 14,750\text{m}$$

$$2h = 18,260$$

$$e = \min(2h; b) = 15,750\text{m}$$

$$e/4 = 3,938\text{m}$$

$$e/10 = 1,575\text{m}$$

$$e/2 = 7,875\text{m}$$

$h_p/h = 0,328587$  pro určení hodnot *součinitelů vnějšího tlaku*

	F	G	H	I	
$c_{pe,10}$	-0,8714	-0,5357	-0,7	0,2	-0,2
$w_e$	-0,498	-0,306	-0,400	0,114	-0,114
$c_{pi,10}$	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
$c_{pi,10}$	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3
$w_i$	0,114	0,114	0,114	0,114	0,114
$w_i$	-0,171	-0,171	-0,171	-0,171	-0,171
w	-0,384	-0,192	-0,286	0,229	0,000
w	-0,669	-0,478	-0,571	-0,057	-0,286

Terasa 4.NP

Schéma 4.NP

*a) vítr podélný*

$$h = 12,130\text{m} \quad b = 8,000\text{m}$$

$$h_p = 3,300\text{m} \quad d = 18,500\text{m}$$

$$2h = 24,260\text{m}$$

$$e = \min(2h; b) = 8,000\text{m}$$

$$e/4 = 2,000\text{m}$$

$$e/10 = 0,800\text{m}$$

$$e/2 = 4,000\text{m}$$

$h_p/h = 0,272053$  pro určení hodnot *součinitelů vnějšího tlaku*

	F	G	H	I	
$c_{pe,10}$	-0,928	-0,56395	-0,7	0,2	-0,2
$w_e$	-0,530	-0,322	-0,400	0,114	-0,114
$c_{pi,10}$	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
$c_{pi,10}$	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3
$w_i$	0,114	0,114	0,114	0,114	0,114
$w_i$	-0,171	-0,171	-0,171	-0,171	-0,171
$w$	-0,416	-0,208	-0,286	0,229	0,000
$w$	-0,702	-0,494	-0,571	-0,057	-0,286

*b) vítr příčný*

$$h = 12,130\text{m} \quad b = 18,500\text{m}$$

$$h_p = 3,300\text{m} \quad d = 8,000\text{m}$$

$$2h = 24,260\text{m}$$

$$e = \min(2h; b) = 18,500\text{m}$$

$$e/4 = 4,625\text{m}$$

$$e/10 = 1,850\text{m}$$

$$e/2 = 9,250\text{m}$$

$h_p/h = 0,272053$  pro určení hodnot *součinitelů vnějšího tlaku*

	F	G	H	I	
$c_{pe,10}$	-0,928	-0,56395	-0,7	0,2	-0,2
$w_e$	-0,530	-0,322	-0,400	0,114	-0,114
$c_{pi,10}$	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
$c_{pi,10}$	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3
$w_i$	0,114	0,114	0,114	0,114	0,114
$w_i$	-0,171	-0,171	-0,171	-0,171	-0,171
w	-0,416	-0,208	-0,286	0,229	0,000
w	-0,702	-0,494	-0,571	-0,057	-0,286

## 2.3 Zatížení mimořádné

### 2.3.1 Zatížení od seismicity

*Typ základových půd*

C -mocné sedimenty středně ulehlého nebo ulehlého písku, šterku nebo tuhý jíl  
v tloušťce od několika desítek do stovek metrů

$$v_{s,30} = 180-360 \text{ m/s}$$

$$c_u = 70-250 \text{ kPa}$$

*Seismické zatížení - hodnoty parametrů popisujících spektrum pružné odezvy typu I*

	S	$T_B$	$T_C$	$T_D$
		s	s	s
C	1,15	0,20	0,6	2,0

*Třídy významu pozemních staveb*

Třída významu III - Pozemní stavby, jejichž seismická odolnost je důležitá z hlediska následků spojených s jejich zřícením, např. školy, společenské haly, kulturní institutce, atd.

$$\gamma_I = 1,2$$



*Mapa seismických oblastí*

*špičkové zrychlení podloží*

$$a_{gR} = (0,08-0,10)g \text{ pro Ostrava-město}$$

$$a_{gR} = 0,08g$$

$$a_g S = a_{gR} \cdot \gamma_1 \cdot S$$

$$a_g S = 0,10 \leq 0,10g$$

→ malá seismicita

**VYHOVÍ**

*Vybrané konstrukční zásady pro malou seismicitu*

Požadavek	Jedn.	Požadovaná hodnota		Hodnota z návrhu	Posouzení
Minimální třída betonu		C16/20	≤	C30/37	VYHOVÍ
Použití žebírkové oceli (mimo spony a třmínky)	-				VYHOVÍ
Maximální šířka nosníku $b_w \leq \min(b_c + h_w; 2b_c)$	mm	1000	≥	500	VYHOVÍ
Minimální tloušťka stěny $b_{w0} \leq \max(0,15; h_s/20)$	mm	212,5	≤	300	VYHOVÍ
Minimální hodnota vyztužení nosníku $\rho_{\min} = 0,5 (f_{ctm}/f_{yk})$	-	0,0029	≤	0,00417	VYHOVÍ
Průměr třmínku v kritické oblasti nosníku	mm	6	≤	8	VYHOVÍ
Maximální vzdálenost třmínků nosníků v kritických oblastech $s = \min(h_w/4; 24d_{bw}; 225; 8d_{bL})$	mm	144	≥	140	VYHOVÍ
Vzdálenost umístění třmínku od líce sloupu $s_{\max} = 50 \text{ mm}$	-				VYHOVÍ
Uvážení dvojosého ohybu při redukci jednoosého momentu odolnosti o 30%	-				NEVYHOVÍ
Umístění minimálně jednoh středního prutu mezi rohovými u sloupů	-				VYHOVÍ
Maximální vzdálenost třmínků v kritických oblastech sloupu $s = \min(b_0/2; 175; 8d_{bL})$	mm	175	≥	180	NEVYHOVÍ
Vzdálenost mezi sousedními podélnými pruty nebo příčnou výztuží nesmí být větší než 200 mm	-				VYHOVÍ
V případě nesplnění konstrukčních zásad je nutný nový návrh prvků s přihlédnutím k těmto konstrukčním zásadám					

### 3 Křížem vyztužené desky

Při návrhu dimenzí desek se vycházelo z architektonické studie. Oproti této studii bylo možné snížit tloušťku desky z původních 250 mm na 200 mm u desky 4.NP a desky střešní. V případě desek ostatních podlaží (1.NP, 2.NP, 3.NP) bylo nutné ponechat tloušťku 250 mm a následkem toho ověřit zda v desce nevzniknou nepřijatelně široké trhliny a nebude je nutno omezit.

Oproti architektonické studii byly navrženy také dva průvlaky odkloněné od osového systému skeletu o 45° a probíhající od sloupu C5 ke sloupu D4 a od sloupu D4 ke sloupu E3. Tyto průvlaky podporují desky 2.NP a 3.NP. V těchto místech, kde nebyly desky nijak podporovány, zatížení vyvolávalo průhyby a vnitřní síly, které byly v porovnání s průhyby a vnitřními silami v ostatních polích neúměrně velké. Návrhem průvlaků souběžně s nepodporovanými okraji desky se podařilo snížit přibližné průhyby až na polovinu původních hodnot.

Desky byly následně modelovány v software Scia Engineer s výběrem modelování konstrukce jako OBECNÁ XYZ. V místech podpírání desky průvlaky byly tyto podpory definovány zabráněním posunu ve směru z a volným pootočením ve všech směrech. Druhou variantou modelování podpor bylo omezení posuvu a pootočení ve všech směrech, což bylo použito pro místa, kde byla deska podporována průvlakem a zároveň zatěžována obvodovou zdí a pro uložení desky na stěnu ztužujícího jádra.

Hodnoty zatížení jsou převzaty z kapitoly č. 2 – Zatížení. Zatížení od vodorovných konstrukcí jsou počítána bez vlastní tíhy desky, kterou zavádí do výpočtu výpočetní program Scia Engineer ve vlastním zatěžovacím stavu. Zatížení od svislých konstrukcí jsou zaváděna do výpočtu jako spojitá zatížení vyjma zatížení od příček tloušťky 150 mm, které se mohou definovat jako příčky přemístitelné a hodnota spojitého zatížení je přepočtena na hodnotu plošného zatížení. Zatížení od schodiště v případě desky 1.NP a 2.NP je zaváděno do výpočtu dvěma bodovými silami s působišti v místech svislých stěn průřezu tvaru U schodiště, kde se očekává největší působení.

Při odečítání návrhových vnitřních sil pro posouzení konstrukce bylo nutno v některých případech použít řezy konstrukce a zjistit relevantní hodnoty z těchto řezů vzhledem k chybě modelu. Při vynechání této kontroly správnosti maximální vnitřní síly by mohlo dojít k předimenzování konstrukce na základě použití mylné hodnoty při návrhu desky.

Samotný návrh a posudek jednotlivých desek je uveden v kapitolách níže a vychází z doporučených metod v [5].



Přehled návrhových vnitřních sil

Moment		1.NP	2.NP	3.NP	4.NP	Střecha
dolní	$m_{ED,x}^+$	<b>43,68</b>	<b>45,28</b>	<b>38,65</b>	<b>31,55</b>	<b>18,89</b>
	$m_{ED,y}^+$	<b>52,48</b>	<b>42,43</b>	<b>38,23</b>	<b>28,79</b>	<b>17,03</b>
horní	$m_{ED,x}^-$	<b>94,76</b>	<b>99,03</b>	<b>77,84</b>	<b>74,55</b>	<b>37,72</b>
	$m_{ED,y}^-$	<b>101,52</b>	<b>103,24</b>	<b>67,53</b>	<b>54,81</b>	<b>35,84</b>
$V_x$		<b>111,41</b>	<b>116,5</b>	<b>122,5</b>	<b>90,92</b>	<b>44,86</b>
$V_y$		<b>107,67</b>	<b>92,95</b>	<b>90,53</b>	<b>62,36</b>	<b>42,94</b>

### 3.1 Deska 1.NP

#### 3.1.1 Zatížení

##### 3.1.1.1 Zatížení stálé a vlastní tíhou konstrukce

###### *Vodorovné konstrukce*

Místnost	$g_k$	$g_d$	Jedn.
Expozice, kavárna	3,90	5,27	$kN/m^2$
Vstupní podloubí	3,15	4,25	
Umývárny	3,00	4,05	
Chodby	2,58	3,22	

###### *Svislé konstrukce*

Konstrukce	$g_k$	$g_d$	Jedn.
Obvodové zdivo tl.300 mm (pro $h = 4,25$ m)	13,71	18,51	$kN/m$
Příčky tl.300 mm (pro $h = 4,25$ m)	20,91	28,23	
Příčky tl.150 mm (pro $h = 3,1$ m)	1,20	1,62	$kN/m^2$
Prosklená stěna (pro $h = 4,25$ m)	3,40	4,59	$kN/m$
Železobetonová stěna ztužujícího jádra (pro $h = 4,25$ m)	32,39	43,72	$kN/m$
Zatížení od uložení schodiště	-	84,82	$kN$

##### 3.1.1.2 Zatížení proměnné

###### *Užitné*

Místnost	$q_k$	$q_d$	Jedn.
Expozice	5,00	7,50	$kN/m^2$
Kavárna	3,00	4,50	

###### *Zatížení od technologických zařízení*

Druh zatížení	$q_k$	$q_d$	Jedn.
Technologická zařízení	0,50	0,75	$kN/m^2$

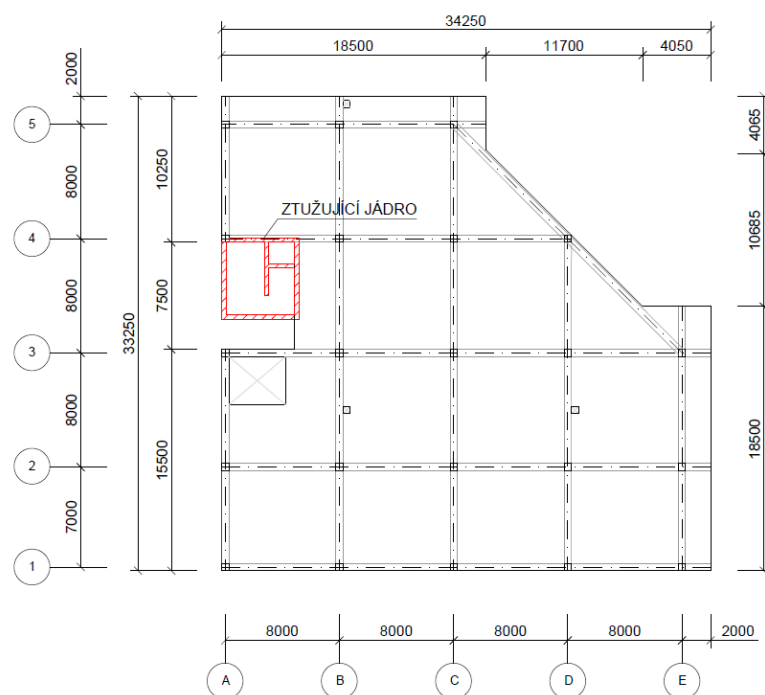
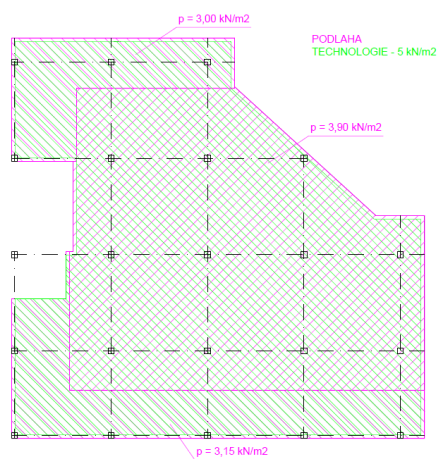
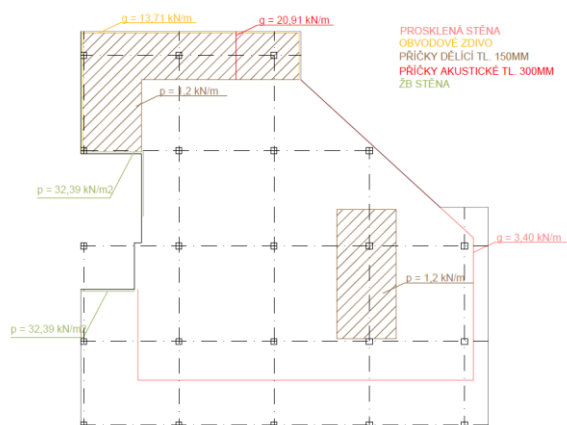


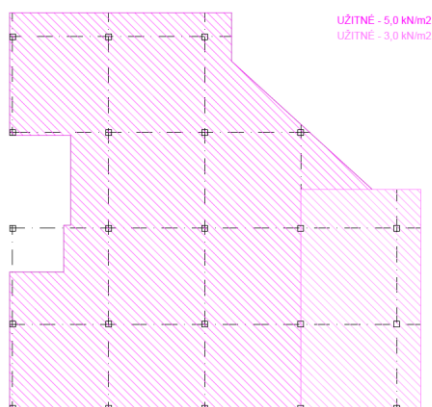
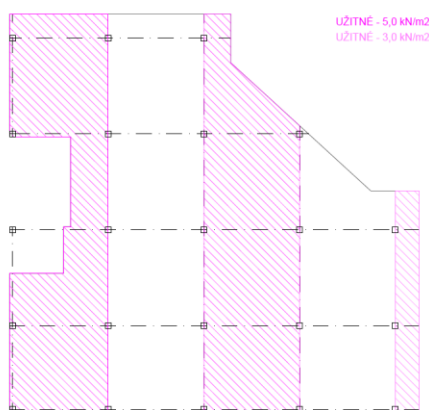
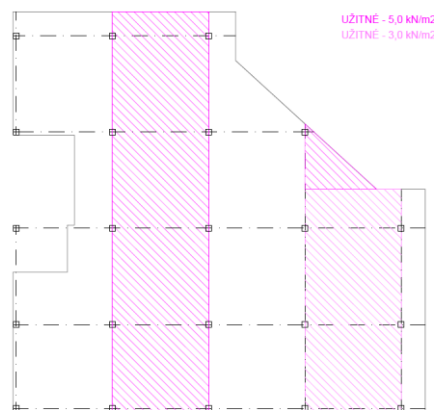
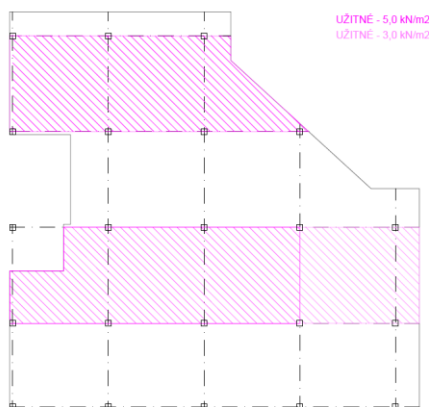
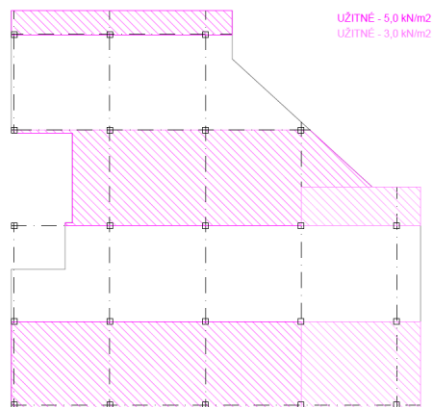
Schéma konstrukce



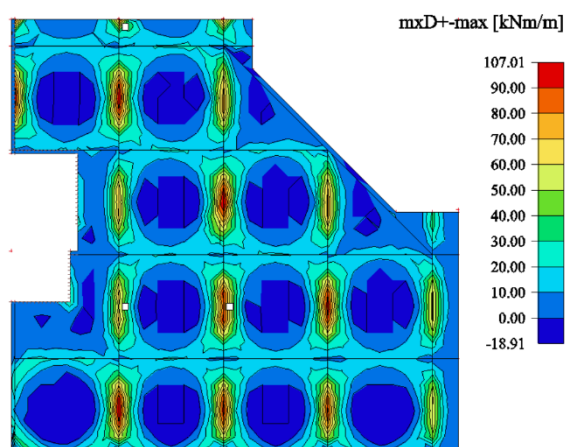
Zatížení od vodorovných konstrukcí a technologie



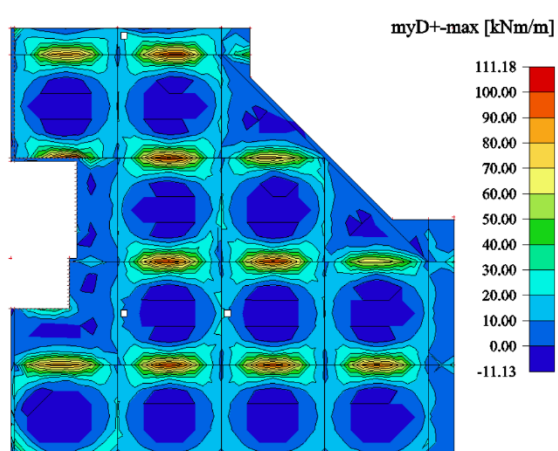
Zatížení od svislých konstrukcí

*Zatížení užitné – ZS. 1**Zatížení užitné – ZS. 2**Zatížení užitné – ZS. 3**Zatížení užitné – ZS. 4**Zatížení užitné – ZS. 5*

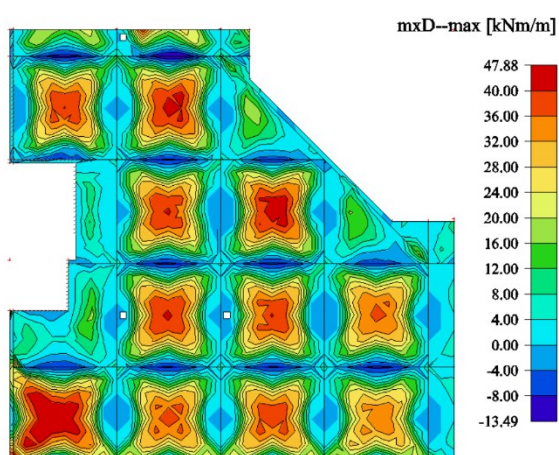
## 3.1.2 Návrhové vnitřní síly

Dimenzační momenty

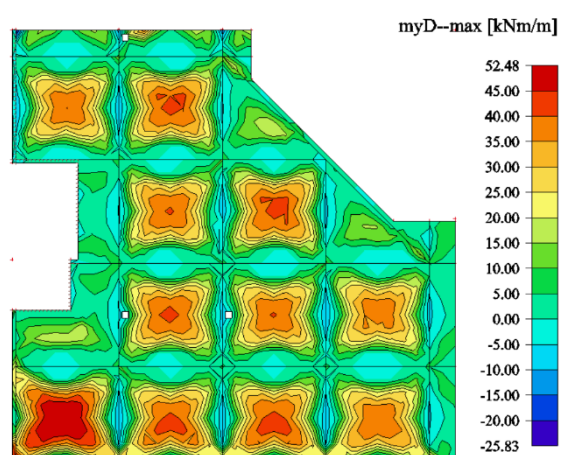
Moment nad podporou – směr x



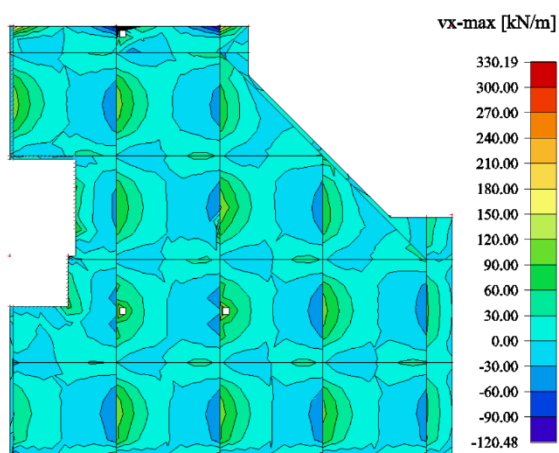
Moment nad podporou – směr y



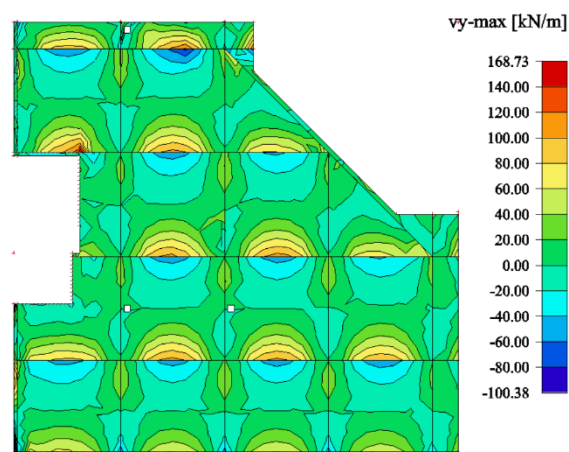
Moment v poli – směr x



Moment v poli – směr y

Posouvající síly

Směr x



Směr y

3.1.3 Návrh a posouzení*Základní charakteristiky materiálů a rozměry desky*

Popis	Veličina	Výpočet	Hodnota	Jednotka
Tloušťka desky	$h_d$	-	250	mm
Rozpětí polí	$l_{x,max}$	-	8000	
	$l_{y,max}$	-	8000	
Třída betonu - C30/37	$f_{ck}$	-	30	MPa
	$f_{cd}$	$f_{ck}/\gamma_c$	20	
	$E_{cm}$	-	32	GPa
	$\gamma_c$	-	1,5	-
	$f_{ctm}$	-	2,9	MPa
	$f_{ctk,0,05}$	-	2,0	
	$f_{yk}$	-	500	MPa
Třída oceli - B500B	$f_{yd}$	$f_{yk}/\gamma_s$	434,78	
	$E_s$	-	210	GPa
	$\gamma_s$	-	1,15	-

*Dimenzační vnitřní síly – přehled*

$m_{ED,x}^+ =$	<b>43,68 kNm</b>	$m_{ED,y}^+ =$	<b>52,48 kNm</b>
$m_{ED,x}^- =$	<b>107,01 kNm</b>	$m_{ED,y}^- =$	<b>111,18 kNm</b>
$V_{Ed,x} =$	<b>111,41 kN</b>	$V_{Ed,y} =$	<b>107,67 kN</b>

*Redukce nadpodporových momentů*

$$\Delta M_{Ed} = F_{Ed,sup} \cdot t/8$$

$$t = 0,5m$$

$F_{Ed,sup,x} =$	196,07 kN	$F_{Ed,sup,y} =$	154,49 kN
$\Delta M_{Ed,x} =$	12,25 kNm	$\Delta M_{Ed,y} =$	9,66 kNm
$m_{ED,x}^- =$	<b>94,76 kNm</b>	$m_{ED,y}^- =$	<b>101,52 kNm</b>

*Výpočet krytí pro největší profil výztuže*

$$\varnothing_x = 16mm$$

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 25 \text{ mm}$$

$$c_{min} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - c_{dur,add}; 10mm) = 16 \text{ mm}$$

$$c_{min,b} = \varnothing = 16 \text{ mm}$$

$$c_{min,dur} = 10 \text{ mm(XC1;S3)}$$

$$c_{dur,\gamma} = 0 \text{ mm}$$

$$c_{dur,st} = 0 \text{ mm}$$

$$c_{dur,add} = 0 \text{ mm}$$

$$\Delta c_{dev} = 9 \text{ mm}$$

## 3.1.3.1 Mezní stav únosnosti

Návrh a posouzení výztuže pro  $m_{ED,X}^+ = 43,68 \text{ kNm}$  - dolní ohybová výztuž

*Návrh*

$$\varnothing = 12 \text{ mm}$$

$$d = h - c_{\text{nom}} - \varnothing/2 = 219 \text{ mm}$$

$$A_{s,\text{req}} = M_{\text{Ed}} / 0,9 \cdot d \cdot f_{yd} = 0,00051 \text{ m}^2$$

$$s_{\text{req}} = \pi \cdot \varnothing^2 / A_{s,\text{req}} \cdot 4 = 0,221885 \text{ m}$$

$$s = 200 \text{ mm}$$

$$A_s = (1000/s) \cdot (\pi \cdot \varnothing^2/4) = 0,000565 \text{ m}^2$$

**NÁVRH Ø12 mm/200mm**

*Posouzení*

$$F_s = A_s \cdot f_{yd} = 245,8638 \text{ kN}$$

$$x = F_s / 0,8 \cdot b \cdot f_{cd} = 0,015366 \text{ m}$$

$$m_{Rd} = F_s(d - 0,4x) = 52,333 \text{ kNm}$$

$$m_{\text{Ed},x}^+ = 43,68 \text{ kNm} \leq m_{Rd} = 52,333 \text{ kNm}$$

**VYHOVÍ**

Konstrukční zásady

*Minimální plocha výztuže*

$$f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$$

$$a_{s,\text{min}} = \max(0,26 \cdot f_{ctm}/f_{yk} \cdot b_t \cdot d ; 0,0013 \cdot b_t \cdot d) = 0,00033 \text{ m}^2$$

$$a_{s,\text{max}} = 0,04 \cdot A_c = 0,01 \text{ m}^2$$

$$A_{s,\text{min}} \leq A_s \leq A_{s,\text{max}}$$

$$0,00033 \leq 0,000565 \leq 0,01 \text{ m}^2$$

**VYHOVÍ**

*Omezení výšky tlačené oblasti*

$$\xi = x/d = 0,0702$$

$$\xi_{\text{bal}} = 700/(700 + f_{yd}) = 0,6169$$

$$\xi \leq \xi_{\text{bal}}$$

$$0,0702 \leq 0,6169$$

**VYHOVÍ**

*Vzdálenost výztuže*

$$s_{\text{min}} = \max(1,2 \cdot \varnothing ; d_g + 5 \text{ mm} ; 20 \text{ mm}) = 20 \text{ mm}$$

$$s_{\text{max}} = \min(2h ; 250 \text{ mm}) = 250 \text{ mm}$$

$$s_{\text{min}} \leq s \leq s_{\text{max}}$$

$$20 \leq 200 \leq 250 \text{ mm}$$

**VYHOVÍ**

*Kotevní délka*

$$f_{ctk0,05} = 2\text{MPa}$$

$$\alpha_{ct} = 1,0$$

$$\sigma_{sd} = 434,78\text{MPa}$$

$$\eta_1 = 1,0$$

$$\eta_2 = 1,0 (\varnothing \leq 32\text{mm})$$

$$f_{ctd} = (\alpha_{ct} \cdot f_{ctk0,05}) / \gamma_c = 1,333333\text{MPa}$$

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd} = 3\text{MPa}$$

$$\alpha_1 = 1; \alpha_2 = 1; \alpha_3 = 1; \alpha_4 = 0,7; \alpha_5 = 1$$

$$l_{b,rqd} = (\varnothing/4) \cdot (\sigma_{sd} / f_{bd}) = 434,78\text{mm}$$

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd} = 304,3478\text{mm}$$

$$l_{bd} = 310\text{mm}$$

$$l_{b,min} = \max(0,3 \cdot l_{b,rqd}; 10\varnothing; 100\text{mm}) = 130,4348\text{mm}$$

$$l_{b,min} \leq l_{bd}$$

$$130,4348 \leq 310\text{mm}$$

**VYHOVÍ**



Návrh a posouzení výztuže pro  $m_{ED,Y}^+ = 52,48 \text{ kNm}$  - dolní ohybová výztuž*Návrh*

$$\emptyset = 12\text{mm}$$

$$d = h - c_{\text{nom}} - \emptyset_X - \emptyset_Y/2 = 207\text{mm}$$

$$A_{s,\text{req}} = M_{Ed} / 0,9 \cdot d \cdot f_{yd} = 0,000648\text{m}^2$$

$$s_{\text{req}} = \pi \cdot \emptyset^2 / A_{s,\text{req}} \cdot 4 = 0,17456\text{m}$$

$$s = 170\text{mm}$$

$$A_s = (1000/s) \cdot (\pi \cdot \emptyset^2/4) = 0,000665\text{m}^2$$

**NÁVRH  $\emptyset 12 \text{ mm}/170\text{mm}$**

*Posouzení*

$$F_s = A_s \cdot f_{yd} = 289,2515\text{kN}$$

$$x = F_s / 0,8 \cdot b \cdot f_{cd} = 0,018078\text{m}$$

$$m_{Rd} = F_s(d - 0,4x) = 57,783\text{kNm}$$

$$m_{Ed,x}^+ = 52,48\text{kNm} \leq m_{Rd} = 57,783\text{kNm}$$

**VYHOVÍ**

Konstrukční zásady*Minimální plocha výztuže*

$$f_{ctm} = 2,9\text{MPa}$$

$$a_{s,\text{min}} = \max(0,26 \cdot f_{ctm}/f_{yk} \cdot b_t \cdot d ; 0,0013 \cdot b_t \cdot d) = 0,000312\text{m}^2$$

$$a_{s,\text{max}} = 0,04 \cdot A_c = 0,01\text{m}^2$$

$$A_{s,\text{min}} \leq A_s \leq A_{s,\text{max}}$$

$$0,00031 \leq 0,000665 \leq 0,01\text{m}^2$$

**VYHOVÍ**

*Omezení výšky tlačené oblasti*

$$\xi = x/d = 0,0873$$

$$\xi_{\text{bal}} = 700/(700 + f_{yd}) = 0,6169$$

$$\xi \leq \xi_{\text{bal}}$$

$$0,0873 \leq 0,6169$$

**VYHOVÍ**

*Vzdálenost výztuže*

$$s_{\text{min}} = \max(1,2 \cdot \emptyset ; d_g + 5\text{mm} ; 20\text{mm}) = 20\text{mm}$$

$$s_{\text{max}} = \min(2h ; 250\text{mm}) = 250\text{mm}$$

$$s_{\text{min}} \leq s \leq s_{\text{max}}$$

$$20 \leq 170 \leq 250\text{mm}$$

**VYHOVÍ**

*Kotevní délka*

$$f_{ctk0,05} = 2\text{MPa}$$

$$\alpha_{ct} = 1,0$$

$$\sigma_{sd} = 434,78\text{MPa}$$

$$\eta_1 = 1,0$$

$$\eta_2 = 1,0 (\varnothing \leq 32\text{mm})$$

$$f_{ctd} = (\alpha_{ct} \cdot f_{ctk0,05}) / \gamma_c = 1,333333\text{MPa}$$

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd} = 3\text{MPa}$$

$$\alpha_1 = 1; \alpha_2 = 1; \alpha_3 = 1; \alpha_4 = 0,7; \alpha_5 = 1$$

$$l_{b,rqd} = (\varnothing/4) \cdot (\sigma_{sd} / f_{bd}) = 434,78\text{mm}$$

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd} = 304,3478\text{mm}$$

$$l_{bd} = 310\text{mm}$$

$$l_{b,min} = \max(0,3 \cdot l_{b,rqd}; 10\varnothing; 100\text{mm}) = 130,4348\text{mm}$$

$$l_{b,min} \leq l_{bd}$$

$$130,4348 \leq 310\text{mm}$$

**VYHOVÍ**

Návrh a posouzení výztuže pro  $m_{ED,X} = 94,76 \text{ kNm}$  - horní ohybová výztuž*Návrh*

$$\varnothing = 16 \text{ mm}$$

$$d = h - c_{\text{nom}} - \varnothing_X/2 = 217 \text{ mm}$$

$$A_{s,\text{req}} = M_{Ed} / 0,9 \cdot d \cdot f_{yd} = 0,00112 \text{ m}^2$$

$$s_{\text{req}} = \pi \cdot \varnothing^2 / A_{s,\text{req}} \cdot 4 = 0,180177 \text{ m}$$

$$s = 160 \text{ mm}$$

$$A_s = (1000/s) \cdot (\pi \cdot \varnothing^2/4) = 0,001257 \text{ m}^2$$

**NÁVRH Ø16 mm/160mm**

*Posouzení*

$$F_s = A_s \cdot f_{yd} = 546,3639 \text{ kN}$$

$$x = F_s / 0,8 \cdot b \cdot f_{cd} = 0,034148 \text{ m}$$

$$m_{Rd} = F_s(d - 0,4x) = 111,098 \text{ kNm}$$

$$m_{Ed,x} = 94,76 \text{ kNm} \leq m_{Rd} = 111,098 \text{ kNm}$$

**VYHOVÍ**

Konstrukční zásady*Minimální plocha výztuže*

$$f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$$

$$a_{s,\text{min}} = \max(0,26 \cdot f_{ctm}/f_{yk} \cdot b_t \cdot d ; 0,0013 \cdot b_t \cdot d) = 0,000327 \text{ m}^2$$

$$a_{s,\text{max}} = 0,04 \cdot A_c = 0,01 \text{ m}^2$$

$$A_{s,\text{min}} \leq A_s \leq A_{s,\text{max}}$$

$$0,00033 \leq 0,001257 \leq 0,01 \text{ m}^2$$

**VYHOVÍ**

*Omezení výšky tlačené oblasti*

$$\xi = x/d = 0,1574$$

$$\xi_{\text{bal}} = 700/(700 + f_{yd}) = 0,6169$$

$$\xi \leq \xi_{\text{bal}}$$

$$0,1574 \leq 0,6169$$

**VYHOVÍ**

*Vzdálenost výztuže*

$$s_{\text{min}} = \max(1,2 \cdot \varnothing ; d_g + 5 \text{ mm} ; 20 \text{ mm}) = 20 \text{ mm}$$

$$s_{\text{max}} = \min(2h ; 250 \text{ mm}) = 250 \text{ mm}$$

$$s_{\text{min}} \leq s \leq s_{\text{max}}$$

$$20 \leq 160 \leq 250 \text{ mm}$$

**VYHOVÍ**

*Kotevní délka*

$$f_{ctk0,05} = 2\text{MPa}$$

$$\alpha_{ct} = 1,0$$

$$\sigma_{sd} = 434,78\text{MPa}$$

$$\eta_1 = 1,0$$

$$\eta_2 = 1,0 (\varnothing \leq 32\text{mm})$$

$$f_{ctd} = (\alpha_{ct} \cdot f_{ctk0,05}) / \gamma_c = 1,333333\text{MPa}$$

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd} = 3\text{MPa}$$

$$\alpha_1 = 1; \alpha_2 = 1; \alpha_3 = 1; \alpha_4 = 0,7; \alpha_5 = 1$$

$$l_{b,rqd} = (\varnothing/4) \cdot (\sigma_{sd} / f_{bd}) = 579,71\text{mm}$$

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd} = 405,80\text{mm}$$

$$l_{bd} = 410\text{mm}$$

$$l_{b,min} = \max(0,3 \cdot l_{b,rqd} ; 10\varnothing ; 100\text{mm}) = 173,913\text{mm}$$

$$l_{b,min} \leq l_{bd}$$

$$173,913 \leq 410\text{mm}$$

**VYHOVÍ**

Návrh a posouzení výztuže pro  $m_{Ed,y} = 101,52 \text{ kNm}$  - horní ohybová výztuž*Návrh*

$$\varnothing = 16 \text{ mm}$$

$$d = h - c_{\text{nom}} - \varnothing_X - \varnothing_Y/2 = 201 \text{ mm}$$

$$A_{s,\text{req}} = M_{Ed} / 0,9 \cdot d \cdot f_{yd} = 0,00129 \text{ m}^2$$

$$s_{\text{req}} = \pi \cdot \varnothing^2 / A_{s,\text{req}} \cdot 4 = 0,155765 \text{ m}$$

$$s = 140 \text{ mm}$$

$$A_s = (1000/s) \cdot (\pi \cdot \varnothing^2/4) = 0,001436 \text{ m}^2$$

**NÁVRH Ø16 mm/140mm**

*Posouzení*

$$F_s = A_s \cdot f_{yd} = 624,4159 \text{ kN}$$

$$x = F_s / 0,8 \cdot b \cdot f_{cd} = 0,039026 \text{ m}$$

$$m_{Rd} = F_s(d - 0,4x) = 115,760 \text{ kNm}$$

$$m_{Ed,y} = 101,52 \text{ kNm} \leq m_{Rd} = 115,760 \text{ kNm}$$

**VYHOVÍ**

Konstrukční zásady*Minimální plocha výztuže*

$$f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$$

$$a_{s,\text{min}} = \max(0,26 \cdot f_{ctm}/f_{yk} \cdot b_t \cdot d ; 0,0013 \cdot b_t \cdot d) = 0,000303 \text{ m}^2$$

$$a_{s,\text{max}} = 0,04 \cdot A_c = 0,01 \text{ m}^2$$

$$A_{s,\text{min}} \leq A_s \leq A_{s,\text{max}}$$

$$0,00030 \leq 0,001436 \leq 0,01 \text{ m}^2$$

**VYHOVÍ**

*Omezení výšky tlačené oblasti*

$$\xi = x/d = 0,1942$$

$$\xi_{\text{bal}} = 700/(700 + f_{yd}) = 0,6169$$

$$\xi \leq \xi_{\text{bal}}$$

$$0,1942 \leq 0,6169$$

**VYHOVÍ**

*Vzdálenost výztuže*

$$s_{\text{min}} = \max(1,2 \cdot \varnothing ; d_g + 5 \text{ mm} ; 20 \text{ mm}) = 20 \text{ mm}$$

$$s_{\text{max}} = \min(2h ; 250 \text{ mm}) = 250 \text{ mm}$$

$$s_{\text{min}} \leq s \leq s_{\text{max}}$$

$$20 \leq 140 \leq 250 \text{ mm}$$

**VYHOVÍ**

*Kotevní délka*

$$f_{ctk0,05} = 2\text{MPa}$$

$$\alpha_{ct} = 1,0$$

$$\sigma_{sd} = 434,78\text{MPa}$$

$$\eta_1 = 1,0$$

$$\eta_2 = 1,0 (\varnothing \leq 32\text{mm})$$

$$f_{ctd} = (\alpha_{ct} \cdot f_{ctk0,05}) / \gamma_c = 1,333333\text{MPa}$$

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd} = 3\text{MPa}$$

$$\alpha_1 = 1; \alpha_2 = 1; \alpha_3 = 1; \alpha_4 = 0,7; \alpha_5 = 1$$

$$l_{b,rqd} = (\varnothing/4) \cdot (\sigma_{sd}/f_{bd}) = 579,71\text{mm}$$

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd} = 405,7971\text{mm}$$

$$l_{bd} = 410\text{mm}$$

$$l_{b,min} = \max(0,3 \cdot l_{b,rqd}; 10\varnothing; 100\text{mm}) = 173,913\text{mm}$$

$$l_{b,min} \leq l_{bd}$$

$$173,913 \leq 410\text{mm}$$

**VYHOVÍ**

Návrh a posouzení smykové výztuže*Minimální návrhová únosnost ve smyku pro prvky bez smykové výztuže**Směr x*

$$V_{Rd,c,min} = (v_{min} + k_1 \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d = 117,66 \text{ kN}$$

$$v_{min} = 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 542,218 \text{ kPa}$$

$$k = 1 + \sqrt{(200/d)} = 1,960 \leq 2$$

$$k = 2$$

$$\rho_I = A_{sl}/(b_w \cdot d) = 0,005791 \leq 0,02$$

$$k_1 = 0,15$$

$$\sigma_{cp} = 0 \text{ Mpa} (N_{Ed} = 0 \text{ kN})$$

*Návrhová hodnota únosnosti ve smyku*

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} k (100 \rho_I f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp}] b_w \cdot d = 134,884 \text{ kN}$$

rozhoduje

$$C_{Rd,c} = 0,18/\gamma_c = 0,12$$

$$V_{Ed} = 111,41 \text{ kN} \leq V_{Rd,c} = 134,884 \text{ kN}$$

**VYHOVÍ****Není nutno navrhovat dodatečnou smykovou výztuž.***Směr y*

$$V_{Rd,c,min} = (v_{min} + k_1 \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d = 108,99 \text{ kN}$$

$$v_{min} = 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 542,218 \text{ kN}$$

$$k = 1 + \sqrt{(200/d)} = 1,998 \leq 2$$

$$k = 2$$

$$\rho_I = A_{sl}/(b_w \cdot d) = 0,007145 \leq 0,02$$

$$k_1 = 0,15$$

$$\sigma_{cp} = 0 \text{ Mpa} (N_{Ed} = 0 \text{ kN})$$

*Návrhová hodnota únosnosti ve smyku*

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} k (100 \rho_I f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp}] b_w \cdot d = 134,004 \text{ kN}$$

rozhoduje

$$C_{Rd,c} = 0,18/\gamma_c = 0,12$$

$$V_{Ed} = 107,67 \text{ kN} \leq V_{Rd,c} = 134,004 \text{ kN}$$

**VYHOVÍ****Není nutno navrhovat dodatečnou smykovou výztuž.**

## 3.1.3.2 Mezní stav použitelnosti

*Výpočet účinného rozpětí desky.*

$$l_{\text{eff}} = l_n + a_1 + a_2 = 7750 \text{ mm}$$

$$l_n = 7500 \text{ mm}$$

$$t = 500 \text{ mm (uložení na průvlak)}$$

$$a_1 = \min(1/2h; 1/2t) = 125 \text{ mm}$$

$$t = 500 \text{ mm (uložení na průvlak)}$$

$$a_2 = \min(1/2h; 1/2t) = 125 \text{ mm}$$

Omezení napětí

Vzhledem k prostředí XC1 není nutno omezení tlakových napětí.

Omezení šířky trhlin

$$w_{\text{max}} = 0,4 \text{ mm}$$

*Směr x - dolní ohybová výztuž*

Tahové napětí ve výztuži v mezním stavu použitelnosti v průřezu s trhlinou:

$$\sigma_s = 310 / [500 / (f_{yk} \cdot A_{s, \text{req}} / A_s)] = 279,42 \text{ MPa}$$

Pro  $\phi = 12 \text{ mm}$  je stanoveno maximální napětí 320 MPa

$$\sigma_s = 279,42 \leq 320 \text{ MPa}$$

VYHOVÍ

Pro  $s = 200,00 \text{ mm}$  je stanoveno maximální napětí 280 MPa

$$\sigma_s = 279,42 \leq 280 \text{ MPa}$$

VYHOVÍ

*Směr x - horní ohybová výztuž*

Tahové napětí ve výztuži v mezní stavu použitelnosti v průřezu s trhlinou:

$$\sigma_s = 310 / [500 / (f_{yk} \cdot A_{s, \text{req}} / A_s)] = 275,28 \text{ MPa}$$

Pro  $\phi = 16 \text{ mm}$  je stanoveno maximální napětí 280 MPa

$$\sigma_s = 275,28 \leq 280 \text{ MPa}$$

VYHOVÍ

Pro  $s = 160,00 \text{ mm}$  je stanoveno maximální napětí 312 MPa

$$\sigma_s = 275,28 \leq 312 \text{ MPa}$$

VYHOVÍ

*Směr y - dolní ohybová výztuž*

Tahové napětí ve výztuži v mezní stavu použitelnosti v průřezu s trhlinou:

$$\sigma_s = 310 / [500 / (f_{yk} \cdot A_{s, \text{req}} / A_s)] = 301,90 \text{ MPa}$$

Pro  $\phi = 12 \text{ mm}$  je stanoveno maximální napětí 320 MPa

$$\sigma_s = 301,90 \leq 320 \text{ MPa}$$

VYHOVÍ

Pro  $s = 170,00 \text{ mm}$  je z tab. 7.3N stanoveno maximální napětí 304 MPa



$$\sigma_s = 301,90 \leq 304 \text{ MPa}$$

VYHOVÍ

*Směr y - horní ohybová výztuž*

Tahové napětí ve výztuži v mezní stavu použitelnosti v průřezu s trhlinou:

$$\sigma_s = 310 / [500 / (f_{yk} \cdot A_{s,req} / A_s)] = 278,62 \text{ MPa}$$

Pro  $\phi = 16 \text{ mm}$  je stanoveno maximální napětí 280 MPa

$$\sigma_s = 278,62 \leq 280 \text{ MPa}$$

VYHOVÍ

Pro  $s = 140,00 \text{ mm}$  je stanoveno maximální napětí 328 MPa

$$\sigma_s = 278,62 \leq 328 \text{ MPa}$$

VYHOVÍ

Pozn. Mezilehlé hodnoty z tabulky byly stanoveny lineární interpolací

### Omezení průhybů

*Směr x*

$$l = 8000 \text{ mm}$$

$$d = 219 \text{ mm}$$

$$K = 1,5$$

$$\rho = A_{s,req} / (b \cdot d) = 0,0023$$

$$\rho_0 = 10^{-3} \sqrt{f_{ck}} = 0,005477$$

$$\rho \leq \rho_0 \quad \text{PLATÍ}$$

$$\rho > \rho_0 \quad \text{NEPLATÍ}$$

$$\text{Výpočet se tedy provede dle vzorce: } \frac{l}{d} = K \left[ 11 + 1,5 \sqrt{f_{ck}} \frac{\rho_0}{\rho} + 3,2 \sqrt{f_{ck}} \left( \frac{\rho_0}{\rho} - 1 \right)^{3/2} \right] \cdot 7 / l_{eff}$$

Pro desky s rozpětím větším jak 7m:

$$7 / l_{eff} = 0,903226$$

$$(l/d)_{\max} = 78,48346 \text{ mm}$$

$$l/d = 36,53 \text{ mm} \leq (l/d)_{\max} = 78,48 \text{ mm}$$

VYHOVÍ

**Lze tedy od výpočtu průhybů upustit.**

*Směr y*

$$l = 8000 \text{ mm}$$

$$d = 207 \text{ mm}$$

$$K = 1,5 \text{ dle Tab. 7.4N}$$

$$\rho = A_{s,req} / (b \cdot d) = 0,00313 \text{ (stupeň vyztužení)}$$

$$\rho_0 = 10^{-3} \sqrt{f_{ck}} = 0,00548 \text{ (referenční stupeň vyztužení)}$$

$$\rho \leq \rho_0 \quad \text{PLATÍ}$$

$$\rho > \rho_0 \quad \text{NEPLATÍ}$$

$$\frac{l}{d} = K \left[ 11 + 1,5 \sqrt{f_{ck}} \frac{\rho_0}{\rho} + 3,2 \sqrt{f_{ck}} \left( \frac{\rho_0}{\rho} - 1 \right)^{3/2} \right] \cdot 7 / l_{eff}$$

Výpočet se tedy provede dle vzorce:

Pro desky s rozpětím větším jak 7m:

$$7/l_{\text{eff}} = 0,903226$$

$$310/\sigma_s = 500/(f_{yk} A_{s,\text{req}}/A_s) = 1,027$$

$$(l/d)_{\text{max}} = 49,80378\text{mm}$$

$$l/d = 38,65\text{mm} \leq (l/d)_{\text{max}} = 49,80\text{mm}$$

**VYHOVÍ**

**Lze tedy od výpočtu průhybů upustit.**

### 3.2 Deska 2.NP

#### 3.2.1 Zatížení

##### 3.2.1.1 Zatížení stálé a vlastní tíhou konstrukce

###### *Vodorovné konstrukce*

Místnost	$g_k$	$g_d$	Jedn.
Expozice a sklad	4,51	6,09	$\text{kN/m}^2$

###### *Svislé konstrukce*

Konstrukce	$g_k$	$g_d$	Jedn.
Obvodové zdivo tl.300 mm (pro $h = 4,25 \text{ m}$ )	13,71	18,51	$\text{kN/m}$
Příčky tl.150 mm (pro $h = 3,1 \text{ m}$ )	1,20	1,62	$\text{kN/m}^2$
Prosklená stěna (pro $h = 4,25 \text{ m}$ )	3,40	4,59	$\text{kN/m}$
Železobetonová stěna ztužujícího jádra (pro $h = 4,25 \text{ m}$ )	32,39	43,72	
Zatížení od uložení schodiště	-	84,82	$\text{kN}$
ŽB zábradlí kolem světlíku nad schodištěm (pro $h = 1,15 \text{ m}$ )	4,45	6,01	$\text{kN/m}$

##### 3.2.1.2 Zatížení proměnné

###### *Užitné*

Místnost	$q_k$	$q_d$	Jedn.
Expozice	5,00	7,50	$\text{kN/m}^2$
Sklady	7,50	11,25	

###### *Zatížení od technologických zařízení*

Druh zatížení	$q_k$	$q_d$	Jedn.
Technologická zařízení	0,30	0,45	$\text{kN/m}^2$

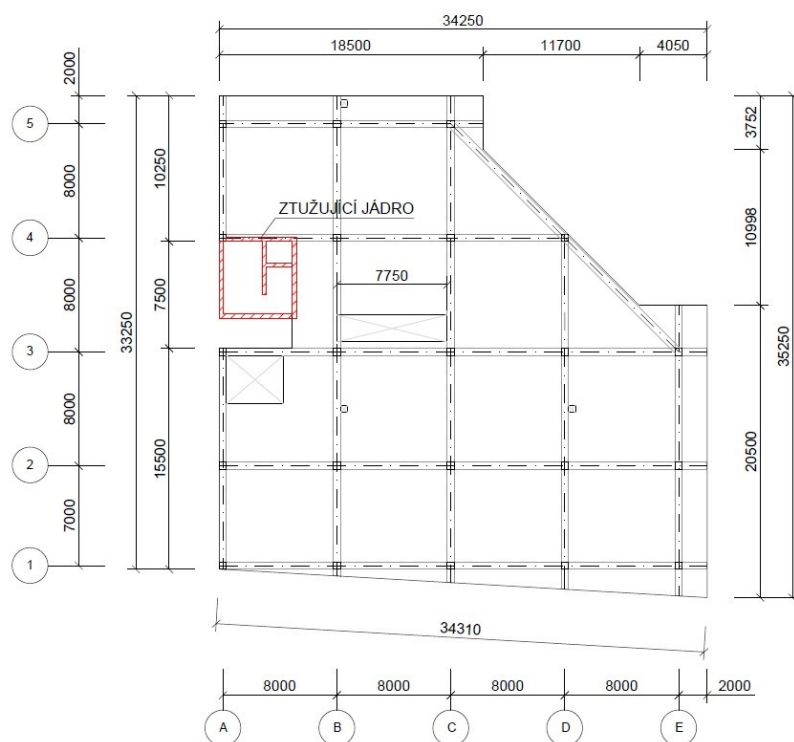
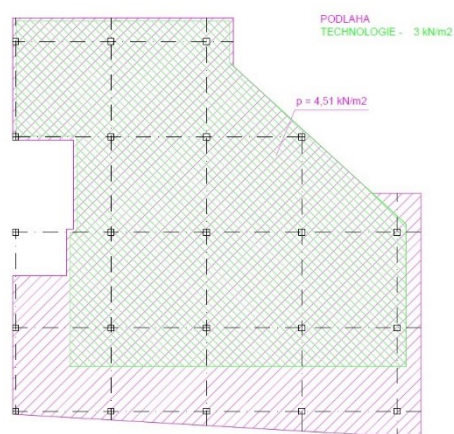
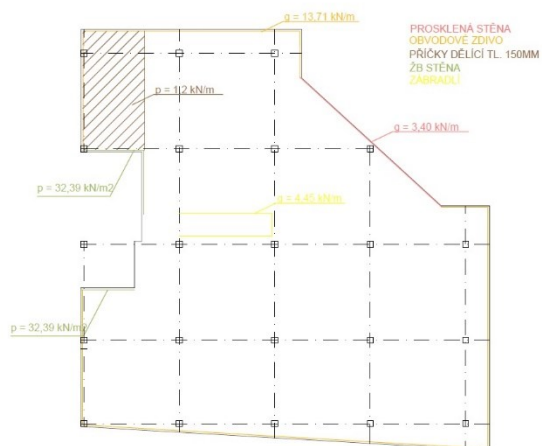


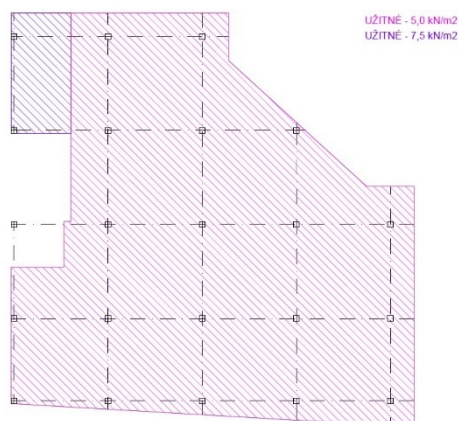
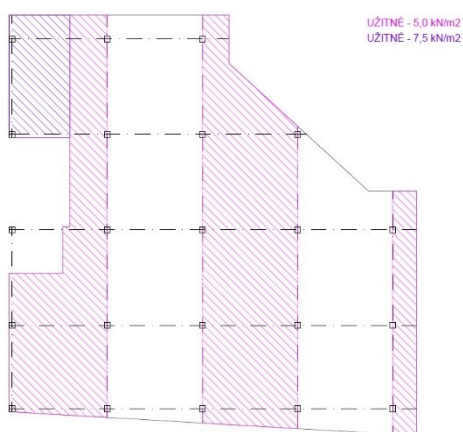
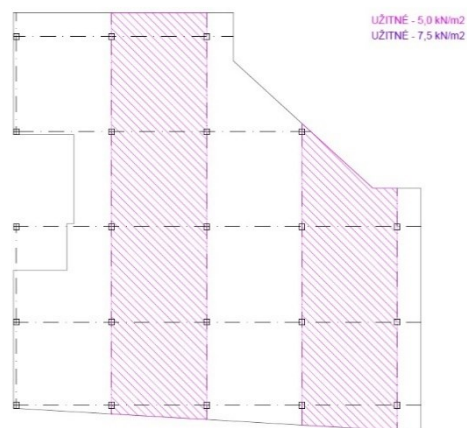
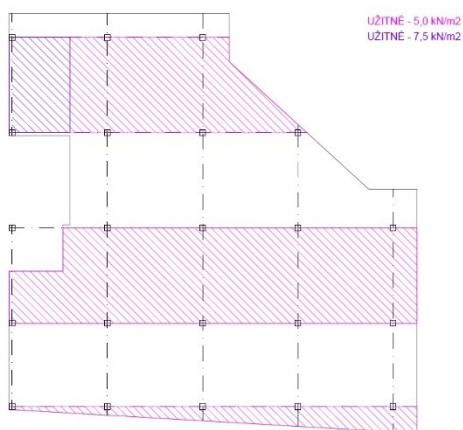
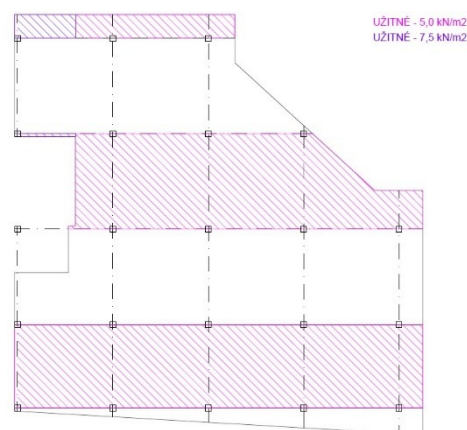
Schéma konstrukce



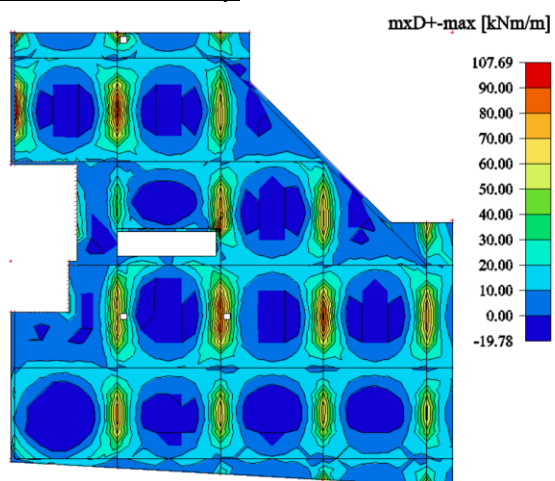
Zatížení od vodorovných konstrukcí a technologie



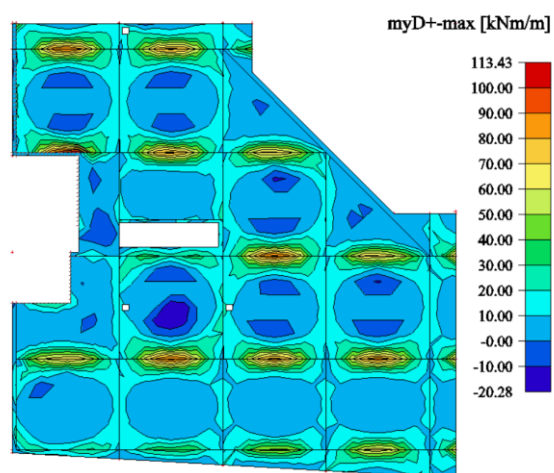
Zatížení od svislých konstrukcí

*Zatížení užité – ZS. 1**Zatížení užité – ZS. 2**Zatížení užité – ZS. 3**Zatížení užité – ZS. 4**Zatížení užité – ZS. 5*

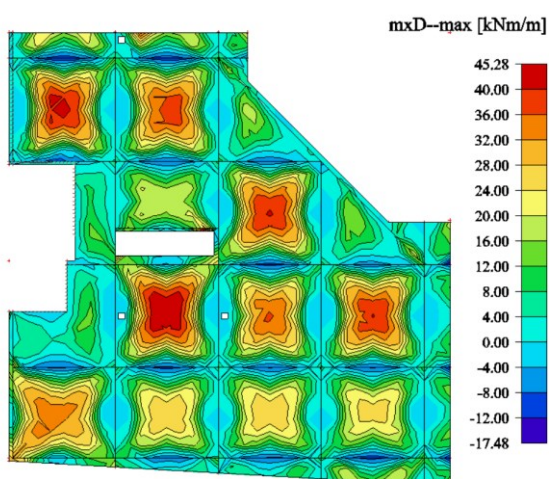
## 3.2.2 Návrhové vnitřní síly

Dimenzační momenty

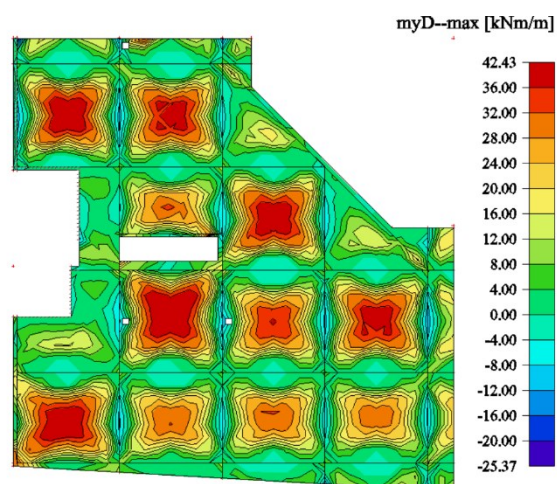
Moment nad podporou – směr x



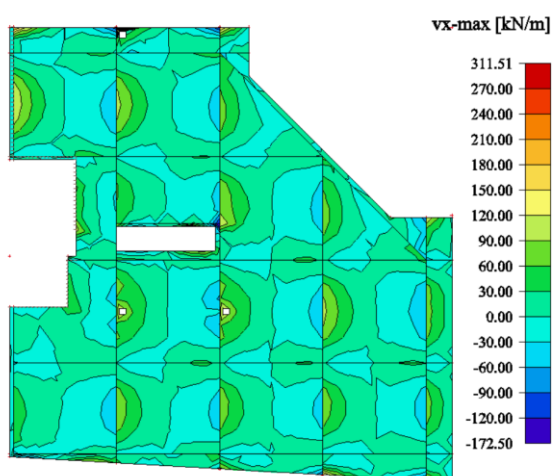
Moment nad podporou – směr y



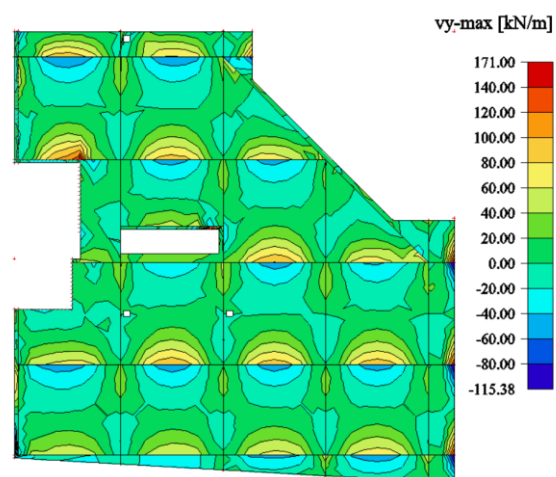
Moment v poli – směr x



Moment v poli – směr y

Posouvající síly

Směr x



Směr y

## 3.2.3 Návrh a posouzení

## Základní charakteristiky materiálů a rozměry desky

Popis	Veličina	Výpočet	Hodnota	Jednotka
Tloušťka desky	$h_d$	-	250	mm
Rozpětí polí	$l_{x,max}$	-	8000	
	$l_{y,max}$	-	8000	
Třída betonu - C30/37	$f_{ck}$	-	30	MPa
	$f_{cd}$	$f_{ck}/\gamma_c$	20	
	$E_{cm}$	-	32	GPa
	$\gamma_c$	-	1,5	-
	$f_{ctm}$	-	2,9	MPa
	$f_{ctk,0,05}$	-	2,0	
	$f_{yk}$	-	500	MPa
Třída oceli - B500B	$f_{yd}$	$f_{yk}/\gamma_s$	434,78	
	$E_s$	-	210	GPa
	$\gamma_s$	-	1,15	-

## Dimenzační vnitřní síly – přehled

$m_{Ed,x}^+ =$	<b>45,28 kNm</b>	$m_{Ed,y}^+ =$	<b>42,43 kNm</b>
$m_{Ed,x}^- =$	<b>107,69 kNm</b>	$m_{Ed,y}^- =$	<b>113,43 kNm</b>
$V_{Ed,x} =$	<b>116,5 kN</b>	$V_{Ed,y} =$	<b>92,95 kN</b>

## Redukce nadpodporových momentů

$$\Delta M_{Ed} = F_{Ed,sup} \cdot t/8$$

$$t = 0,5m$$

$F_{Ed,sup,x} =$	138,58 kN	$F_{Ed,sup,y} =$	163,04 kN
$\Delta M_{Ed,x} =$	8,66 kNm	$\Delta M_{Ed,y} =$	10,19 kNm
$m_{Ed,x}^- =$	<b>99,03 kNm</b>	$m_{Ed,y}^- =$	<b>103,24 kNm</b>

## Výpočet krytí pro největší profil výztuže

$$\varnothing_x = 16mm$$

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 25mm$$

$$c_{min} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - c_{dur,add}; 10mm) = 16mm$$

$$c_{min,b} = \varnothing = 16mm$$

$$c_{min,dur} = 10mm(XC1;S3)$$

$$c_{dur,\gamma} = 0mm$$

$$c_{dur,st} = 0mm$$

$$c_{dur,add} = 0mm$$

$$\Delta c_{dev} = 9mm$$

## 3.2.3.1 Mezní stav únosnosti

Návrh a posouzení výztuže pro  $m_{ED,X}^+ = 45,28 \text{ kNm}$  - dolní ohybová výztuž

*Návrh*

$$\varnothing = 12 \text{ mm}$$

$$d = h - c_{\text{nom}} - \varnothing/2 = 219 \text{ mm}$$

$$A_{s,\text{req}} = M_{\text{Ed}} / 0,9 \cdot d \cdot f_{yd} = 0,000528 \text{ m}^2$$

$$s_{\text{req}} = \pi \cdot \varnothing^2 / A_{s,\text{req}} \cdot 4 = 0,214045 \text{ m}$$

$$s = 190 \text{ mm}$$

$$A_s = (1000/s) \cdot (\pi \cdot \varnothing^2/4) = 0,000595 \text{ m}^2$$

**NÁVRH  $\varnothing 12 \text{ mm}/190 \text{ mm}$**

*Posouzení*

$$F_s = A_s \cdot f_{yd} = 258,804 \text{ kN}$$

$$x = F_s / 0,8 \cdot b \cdot f_{cd} = 0,016175 \text{ m}$$

$$m_{\text{Rd}} = F_s(d - 0,4x) = 55,004 \text{ kNm}$$

$$m_{\text{Ed},x}^+ = 45,28 \text{ kNm} \leq m_{\text{Rd}} = 55,004 \text{ kNm}$$

**VYHOVÍ**

Konstrukční zásady

*Minimální plocha výztuže*

$$f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$$

$$a_{s,\text{min}} = \max(0,26 \cdot f_{ctm}/f_{yk} \cdot b_t \cdot d ; 0,0013 \cdot b_t \cdot d) = 0,00033 \text{ m}^2 \quad a_{s,\text{max}} = 0,04 \cdot A_c = 0,01 \text{ m}^2$$

$$A_{s,\text{min}} \leq A_s \leq A_{s,\text{max}}$$

$$0,000330 \leq 0,000595 \leq 0,01 \text{ m}^2$$

**VYHOVÍ**

*Omezení výšky tlačené oblasti*

$$\xi = x/d = 0,0739$$

$$\xi_{\text{bal}} = 700/(700 + f_{yd}) = 0,6169$$

$$\xi \leq \xi_{\text{bal}}$$

$$0,0739 \leq 0,6169$$

**VYHOVÍ**

*Vzdálenost výztuže*

$$s_{\text{min}} = \max(1,2 \cdot \varnothing ; d_g + 5 \text{ mm} ; 20 \text{ mm}) = 20 \text{ mm}$$

$$s_{\text{max}} = \min(2h ; 250 \text{ mm}) = 250 \text{ mm}$$

$$s_{\text{min}} \leq s \leq s_{\text{max}}$$

$$20 \leq 190 \leq 250 \text{ mm}$$

**VYHOVÍ**



*Kotevní délka*

$$f_{ctk0,05} = 2\text{MPa}$$

$$\alpha_{ct} = 1,0$$

$$\sigma_{sd} = 434,78\text{MPa}$$

$$\eta_1 = 1,0$$

$$\eta_2 = 1,0 (\varnothing \leq 32\text{mm})$$

$$f_{ctd} = (\alpha_{ct} \cdot f_{ctk0,05}) / \gamma_c = 1,333333\text{MPa}$$

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd} = 3\text{MPa}$$

$$\alpha_1 = 1; \alpha_2 = 1; \alpha_3 = 1; \alpha_4 = 0,7; \alpha_5 = 1$$

$$l_{b,rqd} = (\varnothing/4) \cdot (\sigma_{sd}/f_{bd}) = 434,78\text{mm}$$

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd} = 304,3478\text{mm}$$

$$l_{bd} = 310\text{mm}$$

$$l_{b,min} = \max(0,3 \cdot l_{b,rqd}; 10\varnothing; 100\text{mm}) = 130,4348\text{mm}$$

$$l_{b,min} \leq l_{bd}$$

$$130,4348 \leq 310\text{mm}$$

**VYHOVÍ**

Návrh a posouzení výztuže pro  $m_{ED,Y}^+ = 42,43 \text{ kNm}$  - dolní ohybová výztuž*Návrh*

$$\varnothing = 12\text{mm}$$

$$d = h - c_{\text{nom}} - \varnothing_X - \varnothing_Y/2 = 207\text{mm}$$

$$A_{s,\text{req}} = M_{Ed} / 0,9 \cdot d \cdot f_{yd} = 0,000524\text{m}^2$$

$$s_{\text{req}} = \pi \cdot \varnothing^2 / A_{s,\text{req}} \cdot 4 = 0,215906\text{m}$$

$$s = 190\text{mm}$$

$$A_s = (1000/s) \cdot (\pi \cdot \varnothing^2/4) = 0,000595\text{m}^2$$

**NÁVRH  $\varnothing 12 \text{ mm}/190\text{mm}$**

*Posouzení*

$$F_s = A_s \cdot f_{yd} = 258,804\text{kN}$$

$$x = F_s / 0,8 \cdot b \cdot f_{cd} = 0,016175\text{m}$$

$$m_{Rd} = F_s(d - 0,4x) = 51,898\text{kNm}$$

$$m_{Ed,x}^+ = 42,43\text{kNm} \leq m_{Rd} = 51,898\text{kNm}$$

**VYHOVÍ**

Konstrukční zásady*Minimální plocha výztuže*

$$f_{ctm} = 2,9\text{MPa}$$

$$a_{s,\text{min}} = \max(0,26 \cdot f_{ctm}/f_{yk} \cdot b_t \cdot d ; 0,0013 \cdot b_t \cdot d) = 0,000312\text{m}^2 \quad a_{s,\text{max}} = 0,04 \cdot A_c = 0,01\text{m}^2$$

$$A_{s,\text{min}} \leq A_s \leq A_{s,\text{max}}$$

$$0,00031 \leq 0,000595 \leq 0,01\text{m}^2$$

**VYHOVÍ**

*Omezení výšky tlačené oblasti*

$$\xi = x/d = 0,0781$$

$$\xi_{\text{bal}} = 700/(700 + f_{yd}) = 0,6169$$

$$\xi \leq \xi_{\text{bal}}$$

$$0,0781 \leq 0,6169$$

**VYHOVÍ**

*Vzdálenost výztuže*

$$s_{\text{min}} = \max(1,2 \cdot \varnothing ; d_g + 5\text{mm} ; 20\text{mm}) = 20\text{mm}$$

$$s_{\text{max}} = \min(2h ; 250\text{mm}) = 250\text{mm}$$

$$s_{\text{min}} \leq s \leq s_{\text{max}}$$

$$20 \leq 190 \leq 250\text{mm}$$

**VYHOVÍ**

*Kotevní délka*

$$f_{ctk0,05} = 2\text{MPa}$$

$$\alpha_{ct} = 1,0$$

$$\sigma_{sd} = 434,78\text{MPa}$$

$$\eta_1 = 1,0$$

$$\eta_2 = 1,0 (\varnothing \leq 32\text{mm})$$

$$f_{ctd} = (\alpha_{ct} \cdot f_{ctk0,05}) / \gamma_c = 1,333333\text{MPa}$$

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd} = 3\text{MPa}$$

$$\alpha_1 = 1; \alpha_2 = 1; \alpha_3 = 1; \alpha_4 = 0,7; \alpha_5 = 1$$

$$l_{b,rqd} = (\varnothing/4) \cdot (\sigma_{sd}/f_{bd}) = 434,78\text{mm}$$

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd} = 304,3478\text{mm}$$

$$l_{bd} = 310\text{mm}$$

$$l_{b,min} = \max(0,3 \cdot l_{b,rqd}; 10\varnothing; 100\text{mm}) = 130,4348\text{mm}$$

$$l_{b,min} \leq l_{bd}$$

$$130,4348 \leq 310\text{mm}$$

**VYHOVÍ**

Návrh a posouzení výztuže pro  $m_{ED,x} = 99,03 \text{ kNm}$  - horní ohybová výztuž*Návrh*

$$\varnothing = 16 \text{ mm}$$

$$d = h - c_{\text{nom}} - \varnothing_x/2 = 217 \text{ mm}$$

$$A_{s,\text{req}} = M_{Ed} / (0,9 \cdot d \cdot f_{yd}) = 0,001166 \text{ m}^2$$

$$s_{\text{req}} = \pi \cdot \varnothing^2 / (A_{s,\text{req}} \cdot 4) = 0,172402 \text{ m}$$

$$s = 150 \text{ mm}$$

$$A_s = (1000/s) \cdot (\pi \cdot \varnothing^2/4) = 0,00134 \text{ m}^2$$

**NÁVRH  $\varnothing 16 \text{ mm}/150 \text{ mm}$**

*Posouzení*

$$F_s = A_s \cdot f_{yd} = 582,7882 \text{ kN}$$

$$x = F_s / (0,8 \cdot b \cdot f_{cd}) = 0,036424 \text{ m}$$

$$m_{Rd} = F_s(d - 0,4x) = 117,974 \text{ kNm}$$

$$m_{Ed,x} = 99,03 \text{ kNm} \leq m_{Rd} = 117,974 \text{ kNm}$$

**VYHOVÍ**

Konstrukční zásady*Minimální plocha výztuže*

$$f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$$

$$a_{s,\text{min}} = \max(0,26 \cdot f_{ctm}/f_{yk} \cdot b_t \cdot d ; 0,0013 \cdot b_t \cdot d) = 0,000327 \text{ m}^2$$

$$a_{s,\text{max}} = 0,04 \cdot A_c = 0,01 \text{ m}^2$$

$$A_{s,\text{min}} \leq A_s \leq A_{s,\text{max}}$$

$$0,00033 \leq 0,00134 \leq 0,01 \text{ m}^2$$

**VYHOVÍ**

*Omezení výšky tlačené oblasti*

$$\xi = x/d = 0,1679$$

$$\xi_{\text{bal}} = 700/(700 + f_{yd}) = 0,6169$$

$$\xi \leq \xi_{\text{bal}}$$

$$0,1679 \leq 0,6169$$

**VYHOVÍ**

*Vzdálenost výztuže*

$$s_{\text{min}} = \max(1,2 \cdot \varnothing ; d_g + 5 \text{ mm} ; 20 \text{ mm}) = 20 \text{ mm}$$

$$s_{\text{max}} = \min(2h ; 250 \text{ mm}) = 250 \text{ mm}$$

$$s_{\text{min}} \leq s \leq s_{\text{max}}$$

$$20 \leq 150 \leq 250 \text{ mm}$$

**VYHOVÍ**

*Kotevní délka*

$$f_{ctk0,05} = 2\text{MPa}$$

$$\alpha_{ct} = 1,0$$

$$\sigma_{sd} = 434,78\text{MPa}$$

$$\eta_1 = 1,0$$

$$\eta_2 = 1,0 (\varnothing \leq 32\text{mm})$$

$$f_{ctd} = (\alpha_{ct} \cdot f_{ctk0,05}) / \gamma_c = 1,333333\text{MPa}$$

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd} = 3\text{MPa}$$

$$\alpha_1 = 1; \alpha_2 = 1; \alpha_3 = 1; \alpha_4 = 0,7; \alpha_5 = 1$$

$$l_{b,rqd} = (\varnothing/4) \cdot (\sigma_{sd}/f_{bd}) = 579,71\text{mm}$$

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd} = 405,80\text{mm}$$

$$l_{bd} = 410\text{mm}$$

$$l_{b,min} = \max(0,3 \cdot l_{b,rqd}; 10\varnothing; 100\text{mm}) = 173,913\text{mm}$$

$$l_{b,min} \leq l_{bd}$$

$$173,913 \leq 410\text{mm}$$

**VYHOVÍ**

Návrh a posudek výztuže pro  $m_{ED,Y} = 103,24 \text{ kNm}$  - horní ohybová výztuž*Návrh*

$$\varnothing = 16 \text{ mm}$$

$$d = h - c_{\text{nom}} - \varnothing_X - \varnothing_Y/2 = 201 \text{ mm}$$

$$A_{s,\text{req}} = M_{Ed} / 0,9 \cdot d \cdot f_{yd} = 0,001313 \text{ m}^2$$

$$s_{\text{req}} = \pi \cdot \varnothing^2 / A_{s,\text{req}} \cdot 4 = 0,153177 \text{ m}$$

$$s = 130 \text{ mm}$$

$$A_s = (1000/s) \cdot (\pi \cdot \varnothing^2/4) = 0,001547 \text{ m}^2$$

**NÁVRH  $\varnothing 16 \text{ mm}/130 \text{ mm}$**

*Posouzení*

$$F_s = A_s \cdot f_{yd} = 672,4479 \text{ kN}$$

$$x = F_s / 0,8 \cdot b \cdot f_{cd} = 0,042028 \text{ m}$$

$$m_{Rd} = F_s(d - 0,4x) = 123,857 \text{ kNm}$$

$$m_{Ed,Y} = 103,24 \text{ kNm} \leq m_{Rd} = 123,857 \text{ kNm}$$

**VYHOVÍ**

Konstrukční zásady*Minimální plocha výztuže*

$$f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$$

$$a_{s,\text{min}} = \max(0,26 \cdot f_{ctm}/f_{yk} \cdot b_t \cdot d ; 0,0013 \cdot b_t \cdot d) = 0,000303 \text{ m}^2$$

$$a_{s,\text{max}} = 0,04 \cdot A_c = 0,01 \text{ m}^2$$

$$A_{s,\text{min}} \leq A_s \leq A_{s,\text{max}}$$

$$0,00030 \leq 0,001547 \leq 0,01 \text{ m}^2$$

**VYHOVÍ**

*Omezení výšky tlačené oblasti*

$$\xi = x/d = 0,2091$$

$$\xi_{\text{bal}} = 700/(700 + f_{yd}) = 0,6169$$

$$\xi \leq \xi_{\text{bal}}$$

$$0,2091 \leq 0,6169$$

**VYHOVÍ**

*Vzdálenost výztuže*

$$s_{\text{min}} = \max(1,2 \cdot \varnothing ; d_g + 5 \text{ mm} ; 20 \text{ mm}) = 20 \text{ mm}$$

$$s_{\text{max}} = \min(2h ; 250 \text{ mm}) = 250 \text{ mm}$$

$$s_{\text{min}} \leq s \leq s_{\text{max}}$$

$$20 \leq 130 \leq 250 \text{ mm}$$

**VYHOVÍ**

*Kotevní délka*

$$f_{ctk0,05} = 2\text{MPa}\alpha_{ct} = 1,0$$

$$\sigma_{sd} = 434,78\text{MPa}\eta_1 = 1,0$$

$$\eta_2 = 1,0 (\varnothing \leq 32\text{mm})$$

$$f_{ctd} = (\alpha_{ct} \cdot f_{ctk0,05}) / \gamma_c = 1,333333\text{MPa}$$

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd} = 3\text{MPa}$$

$$\alpha_1 = 1; \alpha_2 = 1; \alpha_3 = 1; \alpha_4 = 0,7; \alpha_5 = 1$$

$$l_{b,rqd} = (\varnothing/4) \cdot (\sigma_{sd} / f_{bd}) = 579,71\text{mm}$$

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd} = 405,7971\text{mm}$$

$$l_{bd} = 410\text{mm}$$

$$l_{b,min} = \max(0,3 \cdot l_{b,rqd}; 10\varnothing; 100\text{mm}) = 173,913\text{mm}$$

$$l_{b,min} \leq l_{bd}$$

$$173,913 \leq 410\text{mm}$$

**VYHOVÍ**

Návrh a posouzení smykové výztuže*Minimální návrhová únosnost ve smyku pro prvky bez smykové výztuže**Směr x*

$$V_{Rd,c,min} = (v_{min} + k_1 \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d = 117,66 \text{ kN}$$

$$v_{min} = 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 542,218 \text{ kPa}$$

$$k = 1 + \sqrt{(200/d)} = 1,960 \leq 2$$

$$k = 2$$

$$\rho_l = A_{sl}/(b_w \cdot d) = 0,006177 \leq 0,02$$

$$k_1 = 0,15$$

$$\sigma_{cp} = 0 \text{ Mpa} (N_{Ed} = 0 \text{ kN})$$

*Návrhová hodnota únosnosti ve smyku*

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} k (100 \rho_l f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp}] b_w \cdot d = 137,817 \text{ Kn}$$

rozhoduje

$$C_{Rd,c} = 0,18/\gamma_c = 0,12$$

$$V_{Ed} = 116,5 \text{ kN} \leq V_{Rd,c} = 137,817 \text{ kN}$$

**VYHOVÍ****Není nutno navrhovat dodatečnou smykovou výztuž.***Směr y*

$$V_{Rd,c,min} = (v_{min} + k_1 \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d = 108,99 \text{ kN}$$

$$v_{min} = 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 542,218 \text{ kN}$$

$$k = 1 + \sqrt{(200/d)} = 1,998 \leq 2$$

$$k = 2$$

$$\rho_l = A_{sl}/(b_w \cdot d) = 0,007695 \leq 0,02$$

$$k_1 = 0,15$$

$$\sigma_{cp} = 0 \text{ Mpa} (N_{Ed} = 0 \text{ kN})$$

*Návrhová hodnota únosnosti ve smyku*

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} k (100 \rho_l f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp}] b_w \cdot d = 137,355 \text{ kN}$$

rozhoduje

$$C_{Rd,c} = 0,18/\gamma_c = 0,12$$

$$V_{Ed} = 92,95 \text{ kN} \leq V_{Rd,c} = 137,355 \text{ kN}$$

**VYHOVÍ****Není nutno navrhovat dodatečnou smykovou výztuž.**



## 3.2.3.2 Mezní stav použitelnosti

*Výpočet účinného rozpětí desky*

$$l_{\text{eff}} = l_n + a_1 + a_2 = 7750 \text{ mm}$$

$$l_n = 7500 \text{ mm}$$

$$t = 500 \text{ mm (uložení na průvlak)}$$

$$a_1 = \min(1/2h; 1/2t) = 125 \text{ mm}$$

$$t = 500 \text{ mm (uložení na průvlak)}$$

$$a_2 = \min(1/2h; 1/2t) = 125 \text{ mm}$$

Omezení napětí*Vzhledem k prostředí XC1 není nutno omezení tlakových napětí.*Omezení trhlin

$$w_{\text{max}} = 0,4 \text{ mm}$$

*Směr x - dolní ohybová výztuž*

Tahové napětí ve výztuži v mezním stavu použitelnosti v průřezu s trhlinou:

$$\sigma_s = 310 / [500 / (f_{yk} \cdot A_{s, \text{req}} / A_s)] = 275,18 \text{ MPa}$$

Pro  $\phi = 12 \text{ mm}$  je stanoveno maximální napětí 320 MPa

$$\sigma_s = 275,18 \leq 320 \text{ MPa}$$

VYHOVÍ

Pro  $s = 190,00 \text{ mm}$  je stanoveno maximální napětí 288 MPa

$$\sigma_s = 275,18 \leq 288 \text{ MPa}$$

VYHOVÍ

*Směr x - horní ohybová výztuž*

Tahové napětí ve výztuži v mezní stavu použitelnosti v průřezu s trhlinou:

$$\sigma_s = 310 / [500 / (f_{yk} \cdot A_{s, \text{req}} / A_s)] = 269,72 \text{ MPa}$$

Pro  $\phi = 16 \text{ mm}$  je stanoveno maximální napětí 280 MPa

$$\sigma_s = 269,72 \leq 280 \text{ MPa}$$

VYHOVÍ

Pro  $s = 150,00 \text{ mm}$  je stanoveno maximální napětí 320 MPa

$$\sigma_s = 269,72 \leq 320 \text{ MPa}$$

VYHOVÍ

Pozn. Mezilehlé hodnoty z tabulek byly staoveny lineární interpolací

*Směr y - dolní ohybová výztuž*

Tahové napětí ve výztuži v mezní stavu použitelnosti v průřezu s trhlinou:

$$\sigma_s = 310 / [500 / (f_{yk} \cdot A_{s, \text{req}} / A_s)] = 272,80 \text{ MPa}$$

Pro  $\phi = 12 \text{ mm}$  je stanoveno maximální napětí 320 MPa

$$\sigma_s = 272,80 \leq 320 \text{ MPa}$$

VYHOVÍ

Pro  $s = 190,00 \text{ mm}$  je stanoveno maximální napětí  $288 \text{ MPa}$

$$\sigma_s = 272,80 \leq 288 \text{ MPa}$$

VYHOVÍ

*Směr y - horní ohybová výztuž*

Tahové napětí ve výztuži v mezní stavu použitelnosti v průřezu s trhlinou:

$$\sigma_s = 310 / [500 / (f_{yk} \cdot A_{s,req} / A_s)] = 263,09 \text{ MPa}$$

Pro  $\phi = 16 \text{ mm}$  je stanoveno maximální napětí  $280 \text{ MPa}$

$$\sigma_s = 263,09 \leq 280 \text{ MPa}$$

VYHOVÍ

Pro  $s = 130,00 \text{ mm}$  je stanoveno maximální napětí  $336 \text{ MPa}$

$$\sigma_s = 263,09 \leq 336 \text{ MPa}$$

VYHOVÍ

### Omezení průhybů

*Směr x*

$$l = 8000 \text{ mm}$$

$$d = 219 \text{ mm}$$

$$K = 1,5$$

$$\rho = A_{s,req} / (b \cdot d) = 0,0024$$

$$\rho_0 = 10^{-3} \sqrt{f_{ck}} = 0,005477$$

$$\rho \leq \rho_0 \quad \text{PLATÍ}$$

$$\rho > \rho_0 \quad \text{NEPLATÍ}$$

$$\text{Výpočet se tedy provede dle vzorce: } \frac{l}{d} = K \left[ 11 + 1,5 \sqrt{f_{ck}} \frac{\rho_0}{\rho} + 3,2 \sqrt{f_{ck}} \left( \frac{\rho_0}{\rho} - 1 \right)^{3/2} \right] \cdot 7 / l_{eff}$$

Pro desky s rozpětím větším jak  $7 \text{ m}$ :

$$7 / l_{eff} = 0,903226$$

$$(l/d)_{\max} = 74,16557 \text{ mm}$$

$$l/d = 36,53 \text{ mm} \leq (l/d)_{\max} = 74,17 \text{ mm}$$

VYHOVÍ

**Lze tedy od výpočtu průhybů upustit.**

*Směr y*

$$l = 8000 \text{ mm}$$

$$d = 207 \text{ mm}$$

$$K = 1,5$$

$$\rho = A_{s,req} / (b \cdot d) = 0,00253$$

$$\rho_0 = 10^{-3} \sqrt{f_{ck}} = 0,00548$$

$$\rho \leq \rho_0 \quad \text{PLATÍ}$$

$$\rho > \rho_0 \quad \text{NEPLATÍ}$$

$$\frac{l}{d} = K \left[ 11 + 1,5 \sqrt{f_{ck}} \frac{\rho_0}{\rho} + 3,2 \sqrt{f_{ck}} \left( \frac{\rho_0}{\rho} - 1 \right)^{3/2} \right] \cdot 7 / l_{eff}$$

Výpočet se tedy provede dle vzorce:

Pro desky s rozpětím větším jak 7m:

$$7/l_{\text{eff}} = 0,903226$$

$$310/\sigma_s = 500/(f_{yk} A_{s,\text{req}}/A_s) = 1,136$$

$$(l/d)_{\text{max}} = 68,83355\text{mm}$$

$$l/d = 38,65\text{mm} \leq (l/d)_{\text{max}} = 68,83\text{mm}$$

**VYHOVÍ**

**Lze tedy od výpočtu průhybů upustit.**

### 3.3 Deska 3.NP

#### 3.3.1 Zatížení

##### 3.3.1.1 Zatížení stálé a vlastní tíhou konstrukce

###### Vodorovné konstrukce

Místnost	$g_k$	$g_d$	Jedn.
Ateliéry	1,91	2,58	$kN/m^2$
Terasa	1,28	1,73	
Chodba	2,69	3,63	
Nepochozí část terasy	1,28	1,73	

###### Svislé konstrukce

Konstrukce	$g_k$	$g_d$	Jedn.
Obvodové zdivo tl.300 mm (pro $h = 2,75$ m)	8,87	11,98	$kN/m$
Příčky tl.300 mm (pro $h = 2,75$ m)	13,53	18,27	
Příčky tl.150 mm (pro $h = 2,75$ m)	1,20	1,62	$kN/m^2$
Železobetonová stěna ztužujícího jádra (pro $h = 2,75$ m)	20,96	28,29	$kN/m$
Celoskleněné zábradlí terasy	1,00	1,35	
ŽB zábradlí kolem světlíku nad schodištěm (pro $h = 1,15$ m)	4,45	6,01	

##### 3.3.1.2 Zatížení proměnné

###### Užitné

Místnost	$q_k$	$q_d$	Jedn.
Terasa	3,00	4,50	$kN/m^2$
Ateliéry a chodba	1,50	2,25	
Nepochozí část terasy	0,75	1,13	

###### Zatížení od technologických zařízení

Druh zatížení	$q_k$	$q_d$	Jedn.
Technologická zařízení	0,30	0,45	$kN/m^2$

###### Klimatické

Druh zatížení	$q_k$	Jedn.	$l_s$	Jedn.
Sníh	0,80	$kN/m^2$	-	$m$
Návěje (pro $b = 15,75$ m)	2,00		6	
Návěje (pro $b = 14,75$ m)	2,00		6	
Návěje (pro $b = 1,75$ m)	2,00		1,75	
Vítr (tlak)	0,23		-	

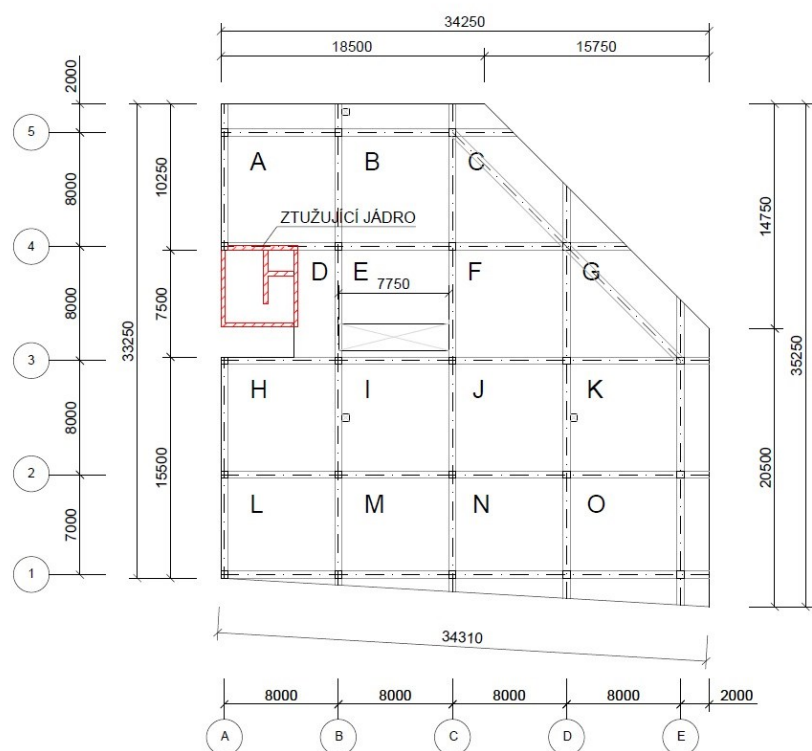
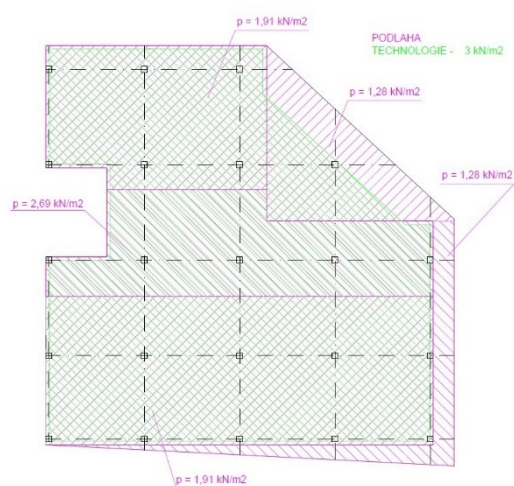
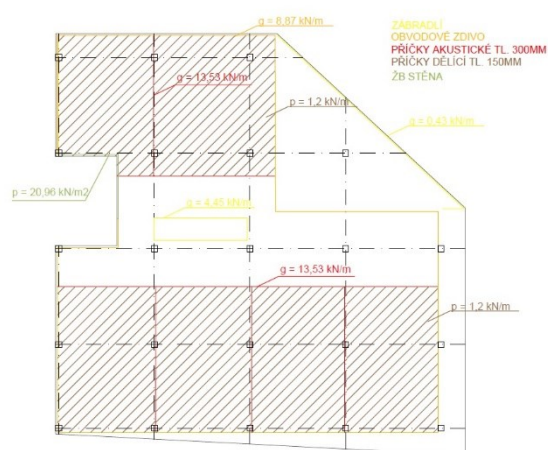


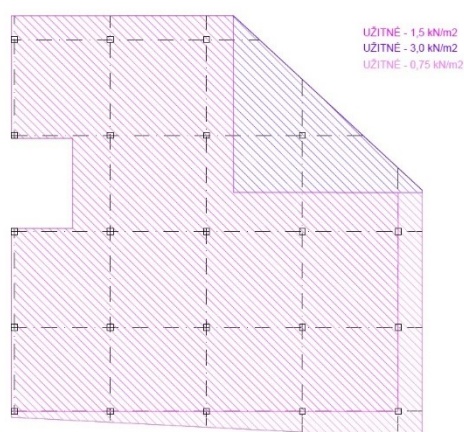
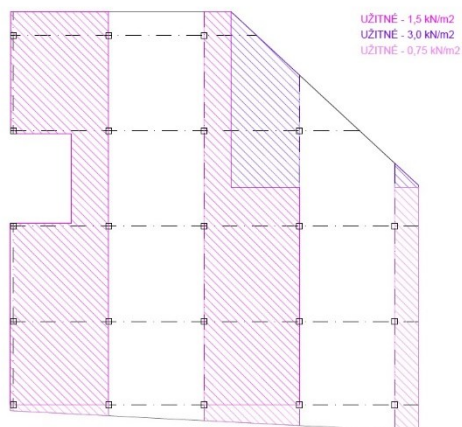
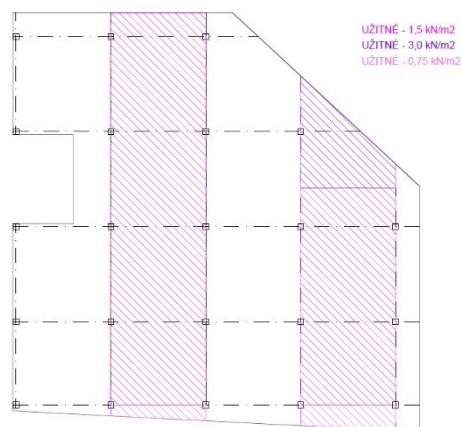
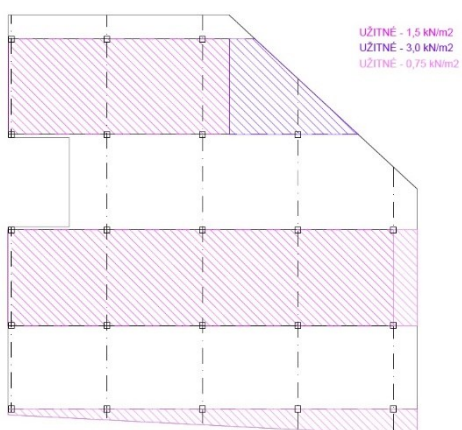
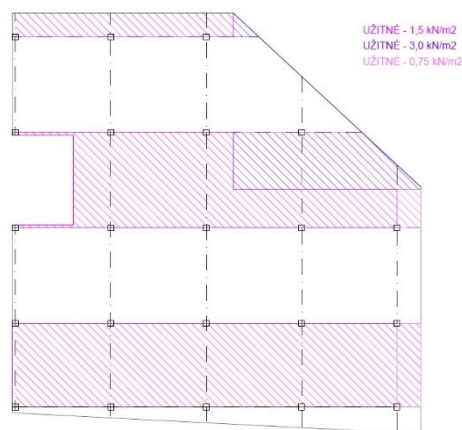
Schéma konstrukce

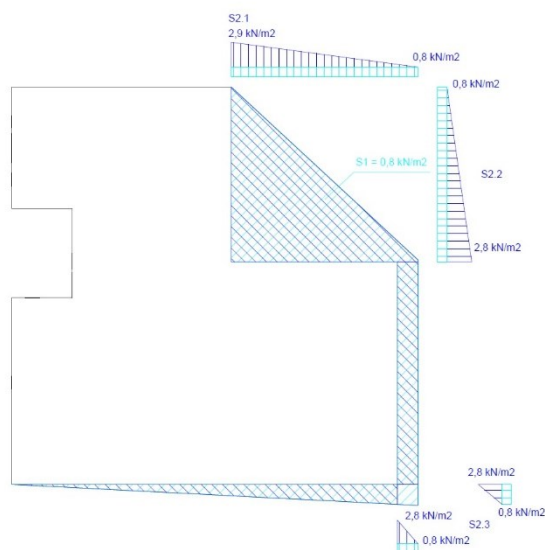


Zatížení od vodorovných konstrukcí a technologie

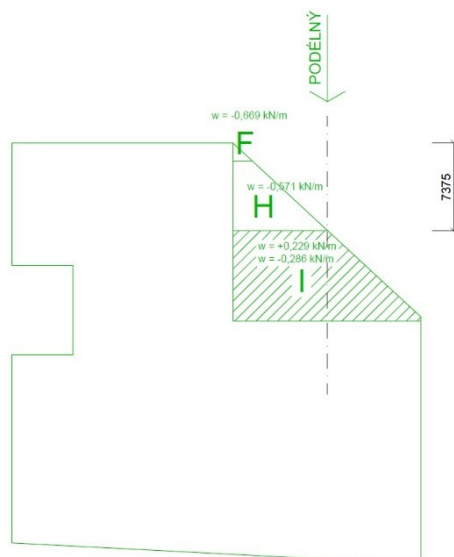


Zatížení od svislých konstrukcí

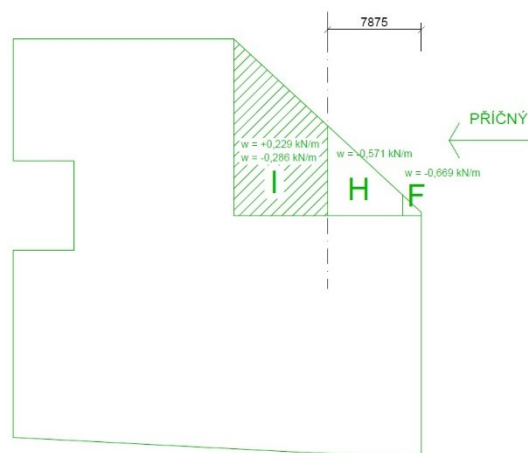
*Zatížení užité – ZS. 1**Zatížení užité – ZS. 2**Zatížení užité – ZS. 3**Zatížení užité – ZS. 4**Zatížení užité – ZS. 5*



*Zatížení sněhem + zatížení od návějí*



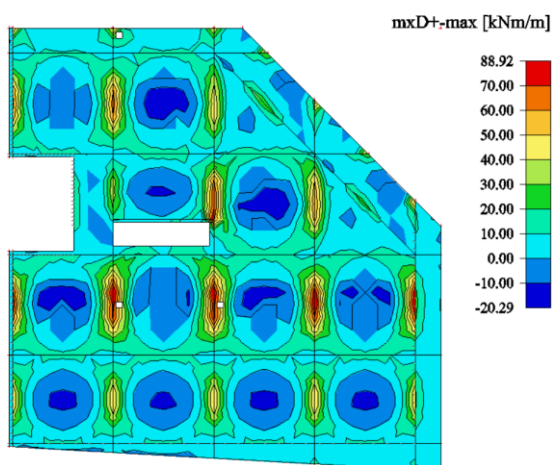
*Zatížení větrem – vítr podélný*



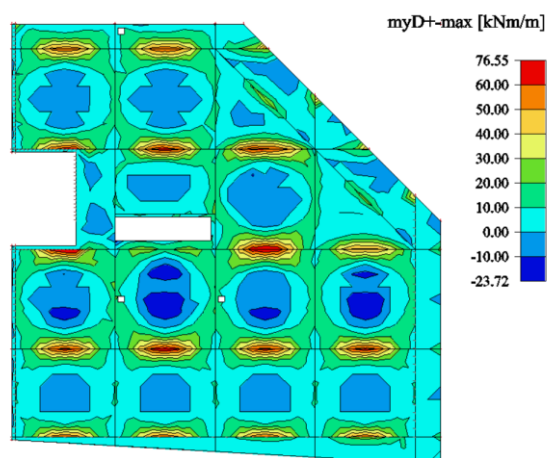
*Zatížení větrem – vítr příčný*



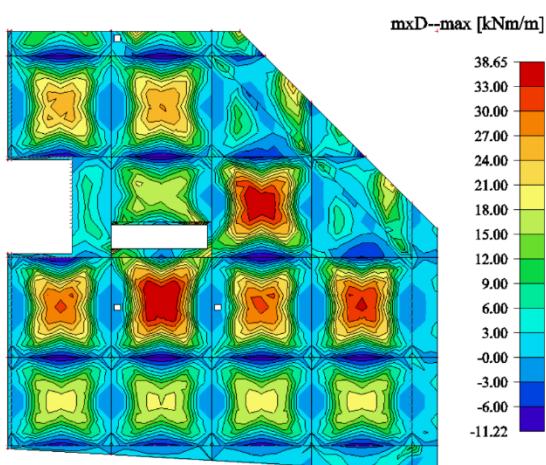
## 3.3.2 Návrhové vnitřní síly

Dimenzační momenty

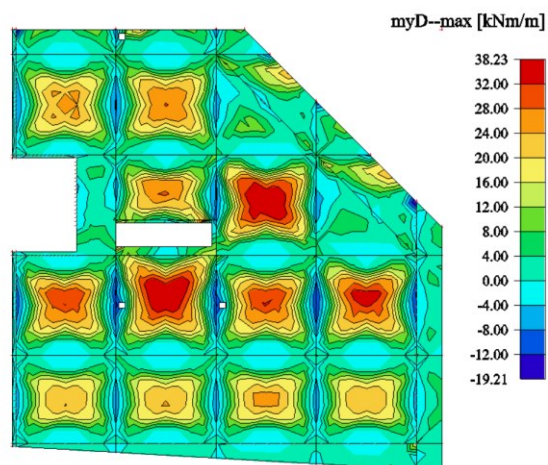
Moment nad podporou – směr x



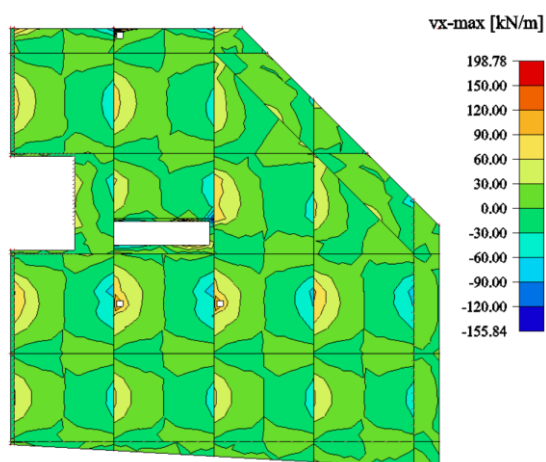
Moment nad podporou – směr y



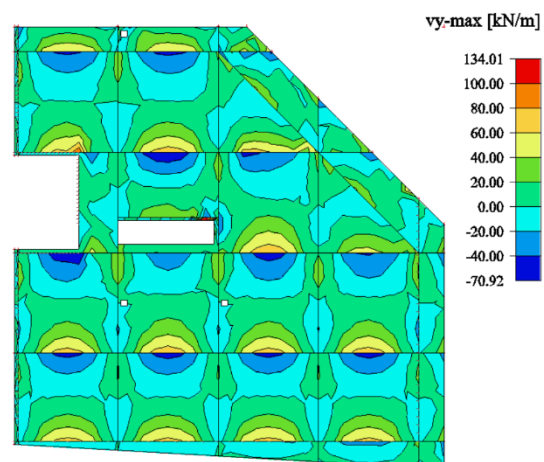
Moment v poli – směr x



Moment v poli – směr y

Posouvající síly

Směr x



Směr y



## 3.3.3 Návrh a posouzení

## Základní charakteristiky materiálů a rozměry desky

Popis	Veličina	Výpočet	Hodnota	Jednotka
Tloušťka desky	$h_d$	-	250	mm
Rozpětí polí	$l_{x,max}$	-	8000	
	$l_{y,max}$	-	8000	
Třída betonu - C30/37	$f_{ck}$	-	30	MPa
	$f_{cd}$	$f_{ck}/\gamma_c$	20	
	$E_{cm}$	-	32	GPa
	$\gamma_c$	-	1,5	-
	$f_{ctm}$	-	2,9	MPa
	$f_{ctk,0,05}$	-	2,0	
	$f_{yk}$	-	500	MPa
Třída oceli - B500B	$f_{yd}$	$f_{yk}/\gamma_s$	434,78	
	$E_s$	-	210	GPa
	$\gamma_s$	-	1,15	-

## Dimenzační vnitřní síly – přehled

$m_{Ed,x}^{+} =$	<b>38,65 kNm</b>	$m_{Ed,y}^{+} =$	<b>38,23 kNm</b>
$m_{Ed,x}^{-} =$	<b>88,92 kNm</b>	$m_{Ed,y}^{-} =$	<b>76,55 kNm</b>
$V_{Ed,x} =$	<b>122,5 kN</b>	$V_{Ed,y} =$	<b>90,53 kN</b>

## Redukce nadpodporových momentů

$$\Delta M_{Ed} = F_{Ed,sup} \cdot t/8$$

$$t = 0,5m$$

$F_{Ed,sup,x} =$	177,34 kN	$F_{Ed,sup,y} =$	144,38 kN
$\Delta M_{Ed,x} =$	11,08 kNm	$\Delta M_{Ed,y} =$	9,02 kNm
$m_{Ed,x}^{-} =$	<b>77,84 kNm</b>	$m_{Ed,y}^{-} =$	<b>67,53 kNm</b>

## Výpočet krytí pro největší profil výztuže

$$\varnothing_x = 16mm$$

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 25mm$$

$$c_{min} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - c_{dur,add}; 10mm) = 16mm$$

$$c_{min,b} = \varnothing = 16mm$$

$$c_{min,dur} = 10mm(XC1;S3)$$

$$c_{dur,\gamma} = 0mm$$

$$c_{dur,st} = 0mm$$

$$c_{dur,add} = 0mm$$

$$\Delta c_{dev} = 9mm$$

## 3.3.3.1 Mezní stav únosnosti

Návrh výztuže pro  $m_{ED,x}^+ = 38,65 \text{ kNm}$  - dolní ohybová výztuž

*Návrh*

$$\varnothing = 10\text{mm}$$

$$d = h - c_{\text{nom}} - \varnothing/2 = 210\text{mm}$$

$$A_{s,\text{req}} = M_{\text{Ed}} / 0,9 \cdot d \cdot f_{yd} = 0,00047\text{m}^2$$

$$s_{\text{req}} = \pi \cdot \varnothing^2 / A_{s,\text{req}} \cdot 4 = 0,166984\text{m}$$

$$s = 160\text{mm}$$

$$A_s = (1000/s) \cdot (\pi \cdot \varnothing^2/4) = 0,000491\text{m}^2$$

**NÁVRH  $\varnothing 10 \text{ mm}/160\text{mm}$**

*Posouzení*

$$F_s = A_s \cdot f_{yd} = 213,4234\text{kN}$$

$$x = F_s / 0,8 \cdot b \cdot f_{cd} = 0,013339\text{m}$$

$$m_{\text{Rd}} = F_s(d - 0,4x) = 43,680\text{kNm}$$

$$m_{\text{Ed},x}^+ = 38,65\text{kNm} \leq m_{\text{Rd}} = 43,680\text{kNm}$$

**VYHOVÍ**

Konstrukční zásady

*Minimální plocha výztuže*

$$f_{ctm} = 2,9\text{MPa}$$

$$a_{s,\text{min}} = \max(0,26 \cdot f_{ctm}/f_{yk} \cdot b_t \cdot d ; 0,0013 \cdot b_t \cdot d) = 0,000317\text{m}^2$$

$$a_{s,\text{max}} = 0,04 \cdot A_c = 0,01\text{m}^2$$

$$A_{s,\text{min}} \leq A_s \leq A_{s,\text{max}}$$

$$0,000317 \leq 0,000491 \leq 0,01\text{m}^2$$

**VYHOVÍ**

*Omezení výšky tlačené oblasti*

$$\xi = x/d = 0,0635$$

$$\xi_{\text{bal}} = 700/(700 + f_{yd}) = 0,6169$$

$$\xi \leq \xi_{\text{bal}}$$

$$0,0635 \leq 0,6169$$

**VYHOVÍ**

*Vzdálenost výztuže*

$$s_{\text{min}} = \max(1,2 \cdot \varnothing ; d_g + 5\text{mm} ; 20\text{mm}) = 20\text{mm}$$

$$s_{\text{max}} = \min(2h ; 250\text{mm}) = 250\text{mm}$$

$$s_{\text{min}} \leq s \leq s_{\text{max}}$$

$$20 \leq 160 \leq 250\text{mm}$$

**VYHOVÍ**

*Kotevní délka*

$$f_{ctk0,05} = 2\text{MPa}\alpha_{ct} = 1,0$$

$$\sigma_{sd} = 434,78\text{MPa}\eta_1 = 1,0$$

$$\eta_2 = 1,0 (\varnothing \leq 32\text{mm})$$

$$f_{ctd} = (\alpha_{ct} \cdot f_{ctk0,05}) / \gamma_c = 1,333333\text{MPa}$$

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd} = 3\text{MPa}$$

$$\alpha_1 = 1; \alpha_2 = 1; \alpha_3 = 1; \alpha_4 = 0,7; \alpha_5 = 1$$

$$l_{b,rqd} = (\varnothing/4) \cdot (\sigma_{sd} / f_{bd}) = 362,32\text{mm}$$

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd} = 253,6232\text{mm}$$

$$l_{bd} = 260\text{mm}$$

$$l_{b,min} = \max(0,3 \cdot l_{b,rqd}; 10\varnothing; 100\text{mm}) = 108,6957\text{mm}$$

$$l_{b,min} \leq l_{bd}$$

$$108,6957 \leq 260\text{mm}$$

**VYHOVÍ**

Návrh výztuže pro  $m_{ED,y}^+ = 38,23 \text{ kNm}$  - dolní ohybová výztuž*Návrh*

$$\varnothing = 10\text{mm}$$

$$d = h - c_{\text{nom}} - \varnothing_X - \varnothing_Y/2 = 200\text{mm}$$

$$A_{s,\text{req}} = M_{Ed} / 0,9 \cdot d \cdot f_{yd} = 0,000488\text{m}^2$$

$$s_{\text{req}} = \pi \cdot \varnothing^2 / A_{s,\text{req}} \cdot 4 = 0,160779\text{m}$$

$$s = 160\text{mm}$$

$$A_s = (1000/s) \cdot (\pi \cdot \varnothing^2/4) = 0,000491\text{m}^2$$

**NÁVRH  $\varnothing 10 \text{ mm}/160\text{mm}$**

*Posouzení*

$$F_s = A_s \cdot f_{yd} = 213,4234\text{kN}$$

$$x = F_s / 0,8 \cdot b \cdot f_{cd} = 0,013339\text{m}$$

$$m_{Rd} = F_s(d - 0,4x) = 41,546\text{kNm}$$

$$m_{Ed,x}^+ = 38,23\text{kNm} \leq m_{Rd} = 41,546\text{kNm}$$

**VYHOVÍ**

Konstrukční zásady*Minimální plocha výztuže*

$$f_{ctm} = 2,9\text{MPa}$$

$$a_{s,\text{min}} = \max(0,26 \cdot f_{ctm}/f_{yk} \cdot b_t \cdot d ; 0,0013 \cdot b_t \cdot d) = 0,000302\text{m}^2$$

$$a_{s,\text{max}} = 0,04 \cdot A_c = 0,01\text{m}^2$$

$$A_{s,\text{min}} \leq A_s \leq A_{s,\text{max}}$$

$$0,00030 \leq 0,000491 \leq 0,01\text{m}^2$$

**VYHOVÍ**

*Omezení výšky tlačené oblasti*

$$\xi = x/d = 0,0667$$

$$\xi_{\text{bal}} = 700/(700 + f_{yd}) = 0,6169$$

$$\xi \leq \xi_{\text{bal}}$$

$$0,0667 \leq 0,6169$$

**VYHOVÍ**

*Vzdálenost výztuže*

$$s_{\text{min}} = \max(1,2 \cdot \varnothing ; d_g + 5\text{mm} ; 20\text{mm}) = 20\text{mm}$$

$$s_{\text{max}} = \min(2h ; 250\text{mm}) = 250\text{mm}$$

$$s_{\text{min}} \leq s \leq s_{\text{max}}$$

$$20 \leq 160 \leq 250\text{mm}$$

**VYHOVÍ**

*Kotevní délka*

$$f_{ctk0,05} = 2\text{MPa}\alpha_{ct} = 1,0$$

$$\sigma_{sd} = 434,78\text{MPa}\eta_1 = 1,0$$

$$\eta_2 = 1,0 (\varnothing \leq 32\text{mm})$$

$$f_{ctd} = (\alpha_{ct} \cdot f_{ctk0,05}) / \gamma_c = 1,333333\text{MPa}$$

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd} = 3\text{MPa}$$

$$\alpha_1 = 1; \alpha_2 = 1; \alpha_3 = 1; \alpha_4 = 0,7; \alpha_5 = 1$$

$$l_{b,rqd} = (\varnothing/4) \cdot (\sigma_{sd} / f_{bd}) = 362,32\text{mm}$$

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd} = 253,6232\text{mm}$$

$$l_{bd} = 260\text{mm}$$

$$l_{b,min} = \max(0,3 \cdot l_{b,rqd}; 10\varnothing; 100\text{mm}) = 108,6957\text{mm}$$

$$l_{b,min} \leq l_{bd}$$

$$108,6957 \leq 260\text{mm}$$

**VYHOVÍ**

Návrh výztuže pro  $m_{ED,X} = 77,84 \text{ kNm}$  - horní ohybová výztuž*Návrh*

$$\emptyset = 14\text{mm}$$

$$d = h - c_{\text{nom}} - \emptyset_X/2 = 208\text{mm}$$

$$A_{s,\text{req}} = M_{Ed} / 0,9 \cdot d \cdot f_{yd} = 0,000956\text{m}^2$$

$$s_{\text{req}} = \pi \cdot \emptyset^2 / A_{s,\text{req}} \cdot 4 = 0,160969\text{m}$$

$$s = 150\text{mm}$$

$$A_s = (1000/s) \cdot (\pi \cdot \emptyset^2/4) = 0,001026\text{m}^2$$

**NÁVRH  $\emptyset 14 \text{ mm}/150\text{mm}$**

*Posouzení*

$$F_s = A_s \cdot f_{yd} = 446,1972\text{kN}$$

$$x = F_s / 0,8 \cdot b \cdot f_{cd} = 0,027887\text{m}$$

$$m_{Rd} = F_s(d - 0,4x) = 87,832\text{kNm}$$

$$m_{Ed,X} = 77,84\text{kNm} \leq m_{Rd} = 87,832\text{kNm}$$

**VYHOVÍ**

Konstrukční zásady*Minimální plocha výztuže*

$$f_{ctm} = 2,9\text{MPa}$$

$$a_{s,\text{min}} = \max(0,26 \cdot f_{ctm}/f_{yk} \cdot b_t \cdot d ; 0,0013 \cdot b_t \cdot d) = 0,000314\text{m}^2$$

$$a_{s,\text{max}} = 0,04 \cdot A_c = 0,01\text{m}^2$$

$$A_{s,\text{min}} \leq A_s \leq A_{s,\text{max}}$$

$$0,00031 \leq 0,001026 \leq 0,01\text{m}^2 \text{ VYHOVÍ}$$

*Omezení výšky tlačené oblasti*

$$\xi = x/d = 0,1341$$

$$\xi_{\text{bal}} = 700/(700 + f_{yd}) = 0,6169$$

$$\xi \leq \xi_{\text{bal}}$$

$$0,1341 \leq 0,6169$$

**VYHOVÍ**

*Vzdálenost výztuže*

$$s_{\text{min}} = \max(1,2 \cdot \emptyset ; d_g + 5\text{mm} ; 20\text{mm}) = 20\text{mm}$$

$$s_{\text{max}} = \min(2h ; 250\text{mm}) = 250\text{mm}$$

$$s_{\text{min}} \leq s \leq s_{\text{max}}$$

$$20 \leq 150 \leq 250\text{mm}$$

**VYHOVÍ**

*Kotevní délka*

$$f_{ctk0,05} = 2\text{MPa}\alpha_{ct} = 1,0$$

$$\sigma_{sd} = 434,78\text{MPa}\eta_1 = 1,0$$

$$\eta_2 = 1,0 (\varnothing \leq 32\text{mm})$$

$$f_{ctd} = (\alpha_{ct} \cdot f_{ctk0,05}) / \gamma_c = 1,333333\text{MPa}$$

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd} = 3\text{MPa}$$

$$\alpha_1 = 1; \alpha_2 = 1; \alpha_3 = 1; \alpha_4 = 0,7; \alpha_5 = 1$$

$$l_{b,rqd} = (\varnothing/4) \cdot (\sigma_{sd} / f_{bd}) = 507,25\text{mm}$$

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd} = 355,07\text{mm}$$

$$l_{bd} = 360\text{mm}$$

$$l_{b,min} = \max(0,3 \cdot l_{b,rqd}; 10\varnothing; 100\text{mm}) = 152,1739\text{mm}$$

$$l_{b,min} \leq l_{bd}$$

$$152,1739 \leq 360\text{mm}$$

**VYHOVÍ**

Návrh výztuže pro  $m_{ED,Y} = 67,53 \text{ kNm}$  - horní ohybová výztuž*Návrh*

$$\varnothing = 16 \text{ mm}$$

$$d = h - c_{\text{nom}} - \varnothing_X - \varnothing_Y/2 = 193 \text{ mm}$$

$$A_{s,\text{req}} = M_{Ed} / 0,9 \cdot d \cdot f_{yd} = 0,000894 \text{ m}^2$$

$$s_{\text{req}} = \pi \cdot \varnothing^2 / A_{s,\text{req}} \cdot 4 = 0,224869 \text{ m}$$

$$s = 200 \text{ mm}$$

$$A_s = (1000/s) \cdot (\pi \cdot \varnothing^2/4) = 0,001005 \text{ m}^2$$

**NÁVRH  $\varnothing 16 \text{ mm}/200 \text{ mm}$**

*Posouzení*

$$F_s = A_s \cdot f_{yd} = 437,0912 \text{ kN}$$

$$x = F_s / 0,8 \cdot b \cdot f_{cd} = 0,027318 \text{ m}$$

$$m_{Rd} = F_s(d - 0,4x) = 79,582 \text{ kNm}$$

$$m_{Ed,Y} = 67,53 \text{ kNm} \leq m_{Rd} = 79,582 \text{ kNm}$$

**VYHOVÍ**

Konstrukční zásady*Minimální plocha výztuže*

$$f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$$

$$a_{s,\text{min}} = \max(0,26 \cdot f_{ctm}/f_{yk} \cdot b_t \cdot d ; 0,0013 \cdot b_t \cdot d) = 0,000291 \text{ m}^2$$

$$a_{s,\text{max}} = 0,04 \cdot A_c = 0,01 \text{ m}^2$$

$$A_{s,\text{min}} \leq A_s \leq A_{s,\text{max}}$$

$$0,000291 \leq 0,001005 \leq 0,01 \text{ m}^2$$

**VYHOVÍ**

*Omezení výšky tlačené oblasti*

$$\xi = x/d = 0,1415$$

$$\xi_{\text{bal}} = 700/(700 + f_{yd}) = 0,6169$$

$$\xi \leq \xi_{\text{bal}}$$

$$0,1415 \leq 0,6169$$

**VYHOVÍ**

*Vzdálenost výztuže*

$$s_{\text{min}} = \max(1,2 \cdot \varnothing ; d_g + 5 \text{ mm} ; 20 \text{ mm}) = 20 \text{ mm}$$

$$s_{\text{max}} = \min(2h ; 250 \text{ mm}) = 250 \text{ mm}$$

$$s_{\text{min}} \leq s \leq s_{\text{max}}$$

$$20 \leq 200 \leq 250 \text{ mm}$$

**VYHOVÍ**



*Kotevní délka*

$$f_{ctk0,05} = 2\text{MPa}\alpha_{ct} = 1,0$$

$$\sigma_{sd} = 434,78\text{MPa}\eta_1 = 1,0$$

$$\eta_2 = 1,0 (\emptyset \leq 32\text{mm})$$

$$f_{ctd} = (\alpha_{ct} \cdot f_{ctk0,05}) / \gamma_c = 1,333333\text{MPa}$$

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd} = 3\text{MPa}$$

$$\alpha_1 = 1; \alpha_2 = 1; \alpha_3 = 1; \alpha_4 = 0,7; \alpha_5 = 1$$

$$l_{b,rqd} = (\emptyset/4) \cdot (\sigma_{sd} / f_{bd}) = 579,71\text{mm}$$

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd} = 405,7971\text{mm}$$

$$l_{bd} = 410\text{mm}$$

$$l_{b,min} = \max(0,3 \cdot l_{b,rqd}; 10\emptyset; 100\text{mm}) = 173,913\text{mm}$$

$$l_{b,min} \leq l_{bd}$$

$$173,913 \leq 410\text{mm}$$

**VYHOVÍ**

Návrh a posouzení smykové výztuže*Minimální návrhová únosnost ve smyku pro prvky bez smykové výztuže**Směr x*

$$V_{Rd,c,min} = (v_{min} + k_1 \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d = \mathbf{112,78kN}$$

$$v_{min} = 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 542,218kPa$$

$$k = 1 + \sqrt{(200/d)} = 1,981 \leq 2$$

$$k = 2$$

$$\rho_I = A_{sl}/(b_w \cdot d) = 0,004934 \leq 0,02$$

$$k_1 = 0,15$$

$$\sigma_{cp} = 0 \text{Mpa} (N_{Ed} = 0kN)$$

*Návrhová hodnota únosnosti ve smyku*

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} k (100 \rho_I f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp}] b_w \cdot d = \mathbf{122,568kN}$$

rozhoduje

$$C_{Rd,c} = 0,18/\gamma_c = 0,12$$

$$V_{Ed} = \mathbf{122,5kN} \leq V_{Rd,c} = \mathbf{122,568kN} \text{ VYHOVÍ}$$

**Není nutno navrhovat dodatečnou smykovou výztuž.***Směr y*

$$V_{Rd,c,min} = (v_{min} + k_1 \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d = \mathbf{104,65kN}$$

$$v_{min} = 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 542,218kN$$

$$k = 1 + \sqrt{(200/d)} = 2,018 \leq 2$$

$$k = 2$$

$$\rho_I = A_{sl}/(b_w \cdot d) = 0,005209 \leq 0,02$$

$$k_1 = 0,15$$

$$\sigma_{cp} = 0 \text{Mpa} (N_{Ed} = 0kN)$$

*Návrhová hodnota únosnosti ve smyku*

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} k (100 \rho_I f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp}] b_w \cdot d = \mathbf{115,804kN}$$

rozhoduje

$$C_{Rd,c} = 0,18/\gamma_c = 0,12$$

$$V_{Ed} = \mathbf{90,53kN} \leq V_{Rd,c} = \mathbf{115,804kN}$$

**VYHOVÍ****Není nutno navrhovat dodatečnou smykovou výztuž.**

## 3.3.3.2 Mezní stav použitelnosti

Výpočet účinného rozpětí desky :

$$l_{\text{eff}} = l_n + a_1 + a_2 = 7750 \text{ mm}$$

$$l_n = 7500 \text{ mm}$$

$$a_1 = \min(1/2h; 1/2t) = 125 \text{ mm} = 500 \text{ mm (uložení na průvlak)}$$

$$a_2 = \min(1/2h; 1/2t) = 125 \text{ mm} = 500 \text{ mm (uložení na průvlak)}$$

Omezení napětí

Vzhledem k prostředí XC1 není nutno omezení tlakových napětí.

Omezení šířky trhlin

$$w_{\text{max}} = 0,3 \text{ mm}$$

*Směr x - dolní ohybová výztuž*

Tahové napětí ve výztuži v mezním stavu použitelnosti v průřezu s trhlinou:

$$\sigma_s = 310 / [500 / (f_{yk} \cdot A_{s, \text{req}} / A_s)] = 297,03 \text{ MPa}$$

Pro  $\phi = 10 \text{ mm}$  je stanoveno maximální napětí 360 MPa

$$\sigma_s = 297,03 \leq 360 \text{ MPa}$$

**VYHOVÍ**

Pro  $s = 160,00 \text{ mm}$  je stanoveno maximální napětí 312 MPa

$$\sigma_s = 297,03 \leq 312 \text{ MPa}$$

**VYHOVÍ**

*Směr x - horní ohybová výztuž*

Tahové napětí ve výztuži v mezním stavu použitelnosti v průřezu s trhlinou:

$$\sigma_s = 310 / [500 / (f_{yk} \cdot A_{s, \text{req}} / A_s)] = 288,88 \text{ MPa}$$

Pro  $\phi = 14 \text{ mm}$  je stanoveno maximální napětí 300 MPa

$$\sigma_s = 288,88 \leq 300 \text{ MPa}$$

**VYHOVÍ**

Pro  $s = 150,00 \text{ mm}$  je stanoveno maximální napětí 320 MPa

$$\sigma_s = 288,88 \leq 320 \text{ MPa}$$

**VYHOVÍ**

*Směr y - dolní ohybová výztuž*

Tahové napětí ve výztuži v mezním stavu použitelnosti v průřezu s trhlinou:

$$\sigma_s = 310 / [500 / (f_{yk} \cdot A_{s, \text{req}} / A_s)] = 308,50 \text{ MPa}$$

Pro  $\phi = 10 \text{ mm}$  je stanoveno maximální napětí 360 MPa

$$\sigma_s = 308,50 \leq 360 \text{ MPa}$$

**VYHOVÍ**

Pro  $s = 160,00 \text{ mm}$  je stanoveno maximální napětí 312 MPa

$$\sigma_s = 308,50 \leq 312 \text{ MPa}$$

**VYHOVÍ**

*Směr y - horní ohybová výztuž*

Tahové napětí ve výztuži v mezní stavu použitelnosti v průřezu s trhlinou:

$$\sigma_s = 310 / [500 / (f_{yk} \cdot A_{s,req} / A_s)] = 275,72 \text{ Mpa}$$

Pro  $\phi = 16 \text{ mm}$  je stanoveno maximální napětí 280 Mpa

$$\sigma_s = 275,72 \leq 280 \text{ MPa}$$

**VYHOVÍ**

Pro  $s = 200,00 \text{ mm}$  je stanoveno maximální napětí 280 Mpa

$$\sigma_s = 275,72 \leq 280 \text{ MPa}$$

**VYHOVÍ**

Pozn. Mezilehlé hodnoty z tabulky byly staoveny lineární interpolací

### Omezení průhybů

*Směr x*

$$l = 8000 \text{ mm}$$

$$d = 210 \text{ mm}$$

$$K = 1,5$$

$$\rho = A_{s,req} / (b \cdot d) = 0,0022$$

$$\rho_0 = 10^{-3} \sqrt{f_{ck}} = 0,005477$$

$$\rho \leq \rho_0$$

**PLATÍ**

$$\rho > \rho_0$$

**NEPLATÍ**

Výpočet se tedy provede dle vzorce:  $\frac{l}{d} = K \left[ 11 + 1,5 \sqrt{f_{ck}} \frac{\rho_0}{\rho} + 3,2 \sqrt{f_{ck}} \left( \frac{\rho_0}{\rho} - 1 \right)^{3/2} \right] \cdot 7 / l_{eff}$

Pro desky s rozpětím větším jak 7m:

$$7 / l_{eff} = 0,903226$$

$$(l/d)_{\max} = 83,39 \text{ mm}$$

$$l/d = 38,10 \text{ mm} \leq (l/d)_{\max} = 83,39 \text{ mm}$$

**VYHOVÍ**

**lze tedy od výpočtu průhybů opustit**

*Směr y*

$$l = 8000 \text{ mm}$$

$$d = 200 \text{ mm}$$

$$K = 1,5 \text{ dle Tab. 7.4N}$$

$$\rho = A_{s,req} / (b \cdot d) = 0,00244$$

$$\rho_0 = 10^{-3} \sqrt{f_{ck}} = 0,00548$$

$$\rho \leq \rho_0$$

**PLATÍ**

$$\rho > \rho_0$$

**NEPLATÍ**

Výpočet se tedy provede dle vzorce:  $\frac{l}{d} = K \left[ 11 + 1,5 \sqrt{f_{ck}} \frac{\rho_0}{\rho} + 3,2 \sqrt{f_{ck}} \left( \frac{\rho_0}{\rho} - 1 \right)^{3/2} \right] \cdot 7 / l_{eff}$

Pro desky s rozpětím větším jak 7m:

$$7/l_{\text{eff}} = 0,903226$$

$$310/\sigma_s = 500/(f_{yk} A_{s,\text{req}}/A_s) = 1,005$$

$$(l/d)_{\text{max}} = 72,75\text{mm}$$

$$l/d = 40,00\text{mm} \leq (l/d)_{\text{max}} = 72,75\text{mm}$$

**VYHOVÍ**

**Lze tedy od výpočtu průhybů opustit**

### 3.4 Deska 4.NP

#### 3.4.1 Zatížení

##### 3.4.1.1 Zatížení stálé a vlastní tíhou konstrukce

###### Vodorovné konstrukce

Místnost	$g_k$	$g_d$	Jedn.
Ateliéry	1,91	2,58	$kN/m^2$
Terasa	1,28	1,73	
Chodba	2,69	3,63	

###### Svislé konstrukce

Konstrukce	$g_k$	$g_d$	Jedn.
Obvodové zdivo tl.300 mm (pro $h = 2,75$ m)	8,87	11,98	$kN/m$
Příčky tl.300 mm (pro $h = 2,75$ m)	13,53	18,27	
Příčky tl.150 mm (pro $h = 2,75$ m)	1,20	1,62	$kN/m^2$
Železobetonová stěna ztužujícího jádra (pro $h = 2,75$ m)	20,96	28,29	$kN/m$
Celoskleněné zábradlí terasy	1,00	1,35	
ŽB zábradlí kolem světlíku nad schodištěm (pro $h = 1,15$ m)	4,45	6,01	

##### 3.4.1.2 Zatížení proměnné

###### Užitné

Místnost	$q_k$	$q_d$	Jedn.
Terasa	3,00	4,50	$kN/m^2$
Ateliéry a chodba	1,50	2,25	

###### Zatížení od technologických zařízení

Druh zatížení	$q_k$	$q_d$	Jedn.
Technologická zařízení	0,30	0,45	$kN/m^2$

###### Klimatické

Druh zatížení	$q_k$	Jedn.	$l_s$	Jedn.
Sníh	0,80	$kN/m^2$	-	m
Návěje	2,00		6,6	
Vítr (tlak)	0,23		-	

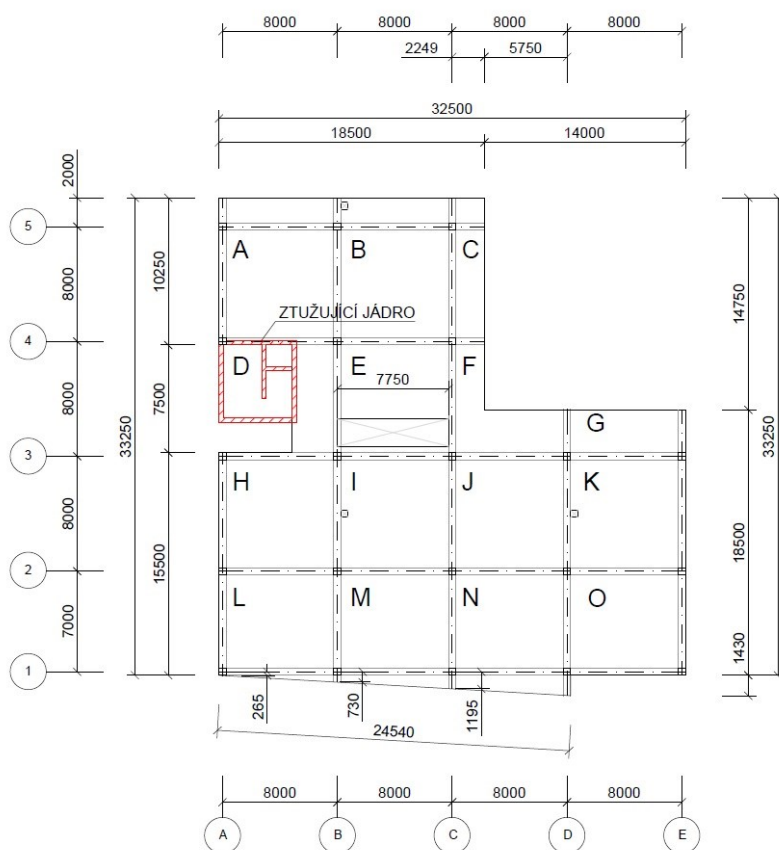
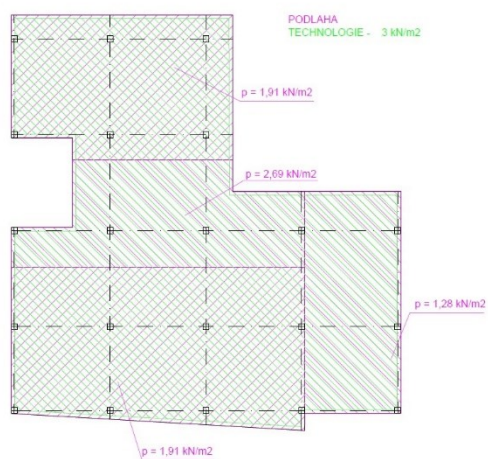
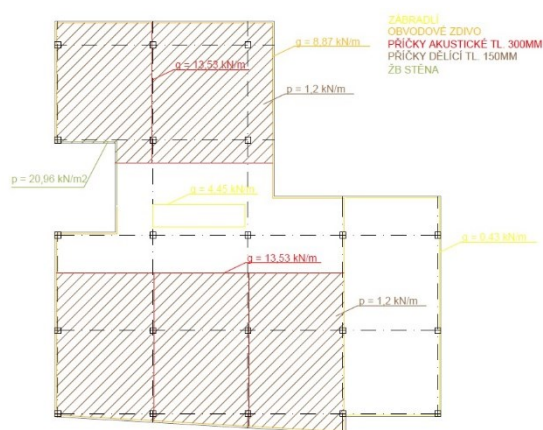


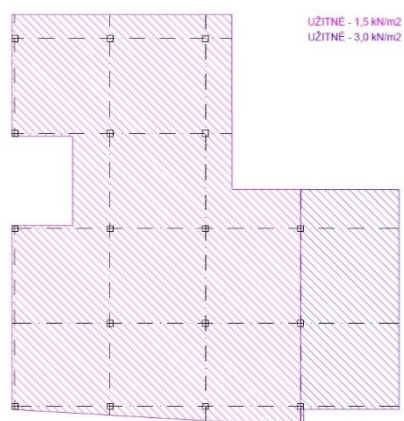
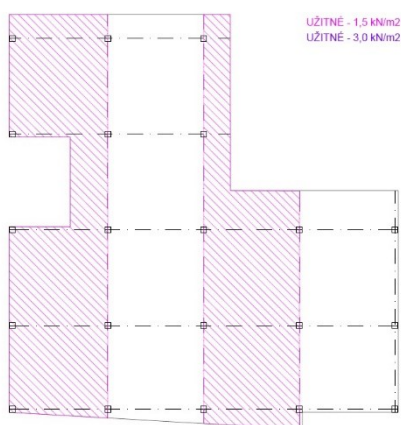
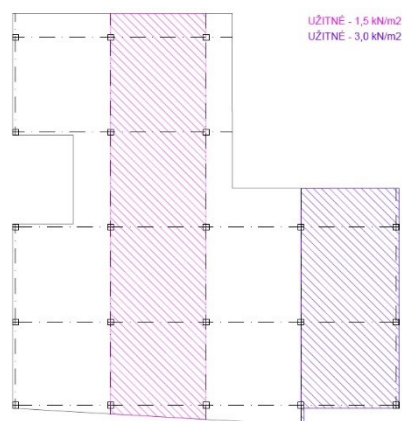
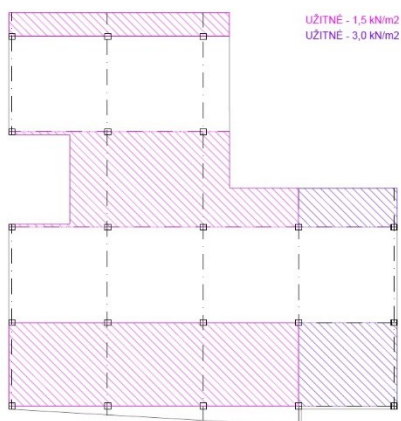
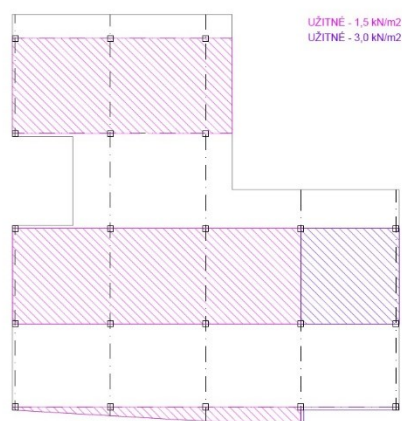
Schéma konstrukce



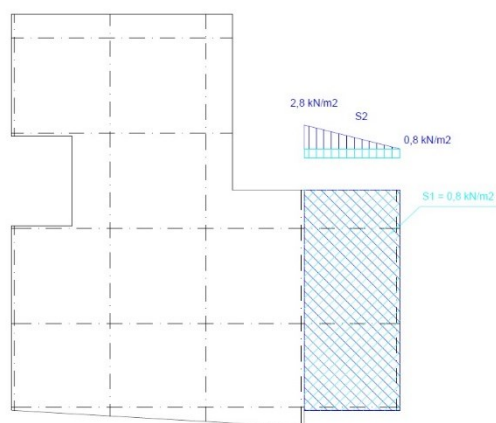
Zatížení od vodorovných konstrukcí a technologie



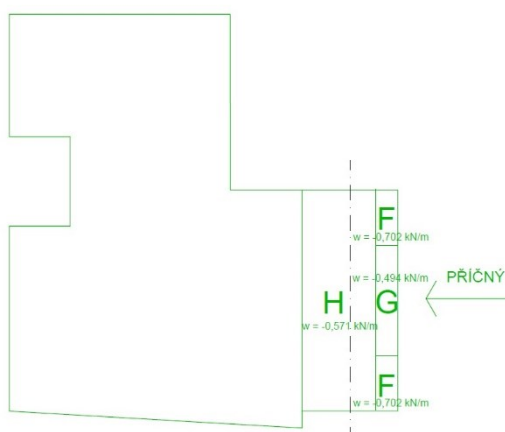
Zatížení od svislých konstrukcí

*Zatížení užité – ZS. 1**Zatížení užité – ZS. 2**Zatížení užité – ZS. 3**Zatížení užité – ZS. 4**Zatížení užité – ZS. 5*

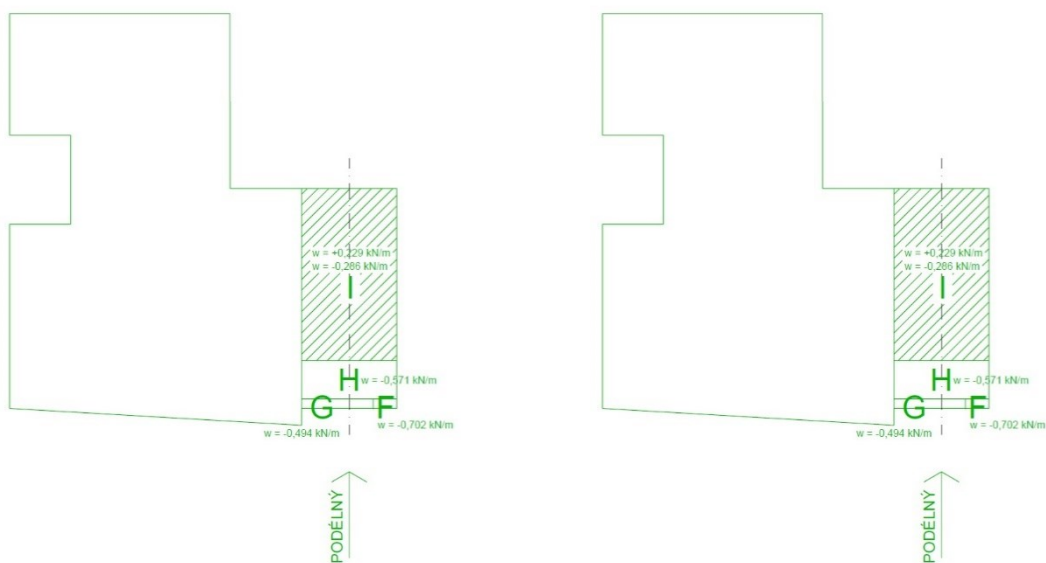




*Zatížení sněhem + zatížení od návějí*



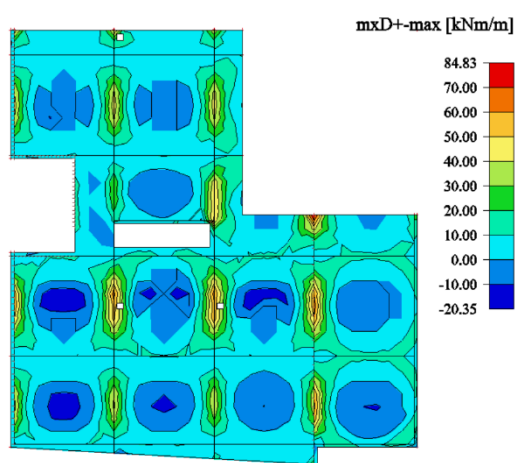
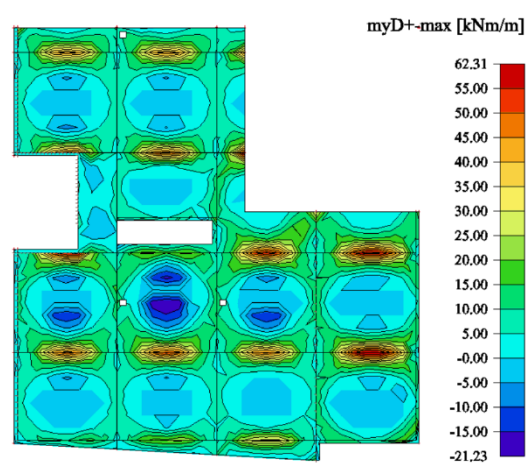
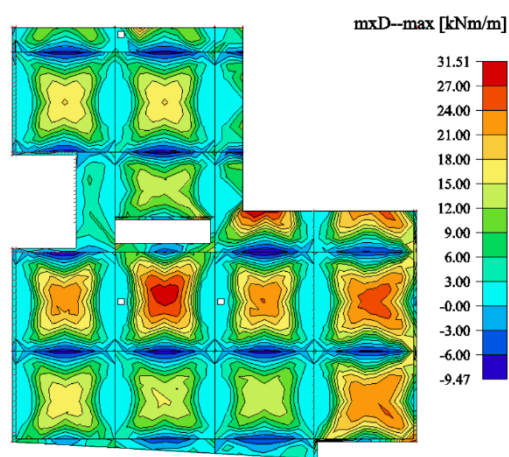
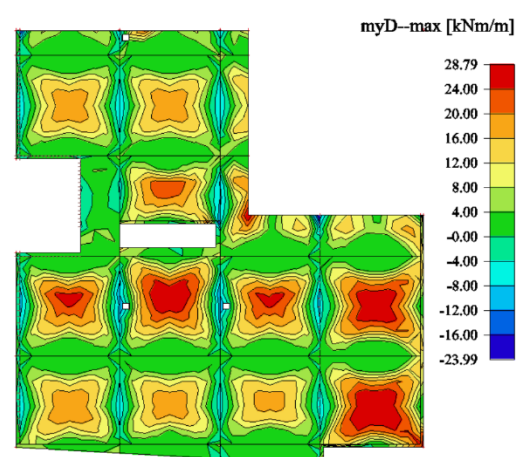
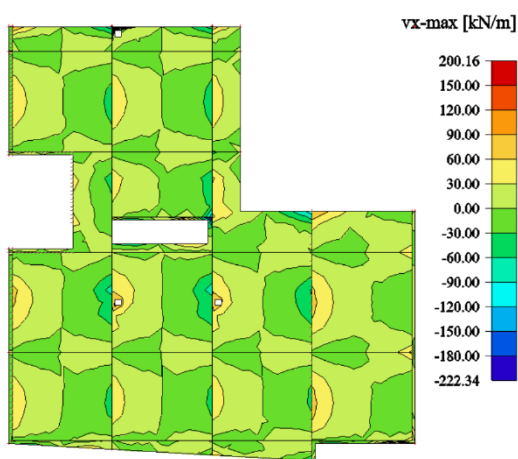
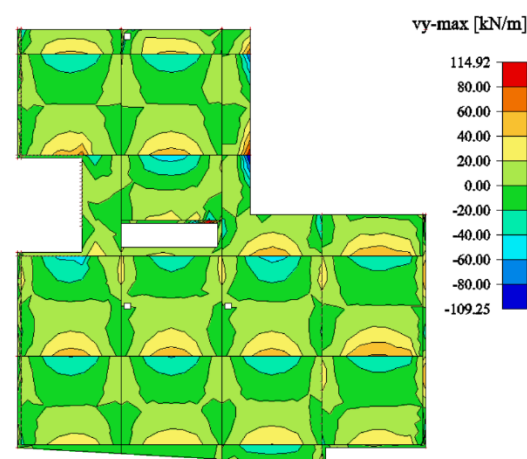
*Zatížení větrem – vítr příčný*



*Zatížení větrem – vítr podélný ZS. 1*

*Zatížení větrem – vítr příčný ZS. 2*

## 3.4.2 Návrhové vnitřní síly

Dimenzační momentyMoment nad podporou – směr  $x$ Moment nad podporou – směr  $y$ Moment v poli – směr  $x$ Moment v poli – směr  $y$ Posouvající sílySměr  $x$ Směr  $y$

## 3.4.3 Návrh a posouzení

## Základní charakteristiky materiálů a rozměry desky

Popis	Velikost	Výpočet	Hodnota	Jednotka
Tloušťka desky	$h_d$	-	200	mm
Rozpětí polí	$l_{x,max}$	-	8000	
	$l_{y,max}$	-	8000	
Třída betonu - C30/37	$f_{ck}$	-	30	MPa
	$f_{cd}$	$f_{ck}/\gamma_c$	20	
	$E_{cm}$	-	32	GPa
	$\gamma_c$	-	1,5	-
	$f_{ctm}$	-	2,9	MPa
	$f_{ctk,0,05}$	-	2,0	
	$f_{yk}$	-	500	MPa
Třída oceli - B500B	$f_{yd}$	$f_{yk}/\gamma_s$	434,78	
	$E_s$	-	210	GPa
	$\gamma_s$	-	1,15	-

## Dimenzační vnitřní síly – přehled

$m_{Ed,x}^+ =$	<b>31,55 kNm</b>	$m_{Ed,y}^+ =$	<b>28,79 kNm</b>
$m_{Ed,x}^- =$	<b>84,84 kNm</b>	$m_{Ed,y}^- =$	<b>62,34 kNm</b>
$V_{Ed,x} =$	<b>90,92 kN</b>	$V_{Ed,y} =$	<b>62,36 kN</b>

## Redukce nadpodporových momentů

$$\Delta M_{Ed} = F_{Ed,sup} \cdot t/8$$

$$t = 0,5m$$

$F_{Ed,sup,x} =$	164,65 kN	$F_{Ed,sup,y} =$	120,54 kN
$\Delta M_{Ed,x} =$	10,29 kNm	$\Delta M_{Ed,y} =$	7,53 kNm
$m_{Ed,x}^- =$	<b>74,55 kNm</b>	$m_{Ed,y}^- =$	<b>54,81 kNm</b>

## Výpočet krytí pro největší profil výztuže

$$\varnothing_x = 16mm$$

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 25mm$$

$$c_{min} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - c_{dur,add}; 10mm) = 16mm$$

$$c_{min,b} = \varnothing = 16mm$$

$$c_{min,dur} = 10mm(XC1;S3)$$

$$c_{dur,\gamma} = 0mm$$

$$c_{dur,st} = 0mm$$

$$c_{dur,add} = 0mm$$

$$\Delta c_{dev} = 9mm$$

## 3.4.3.1 Mezní stav únosnosti

Návrh výztuže pro  $m_{ED,x}^+ = 31,55 \text{ kNm}$  - dolní ohybová výztuž

*Návrh*

$$\varnothing = 10 \text{ mm}$$

$$d = h - c_{\text{nom}} - \varnothing/2 = 165 \text{ mm}$$

$$A_{s,\text{req}} = M_{\text{Ed}} / 0,9 \cdot d \cdot f_{yd} = 0,000489 \text{ m}^2$$

$$s_{\text{req}} = \pi \cdot \varnothing^2 / A_{s,\text{req}} \cdot 4 = 0,160727 \text{ m}$$

$$s = 160 \text{ mm}$$

$$A_s = (1000/s) \cdot (\pi \cdot \varnothing^2/4) = 0,000491 \text{ m}^2$$

**NÁVRH  $\varnothing 10 \text{ mm}/160 \text{ mm}$**

*Posouzení*

$$F_s = A_s \cdot f_{yd} = 213,4234 \text{ kN}$$

$$x = F_s / 0,8 \cdot b \cdot f_{cd} = 0,013339 \text{ m}$$

$$m_{\text{Rd}} = F_s(d - 0,4x) = 34,076 \text{ kNm}$$

$$m_{\text{Ed},x}^+ = 31,55 \text{ kNm} \leq m_{\text{Rd}} = 34,076 \text{ kNm}$$

**VYHOVÍ**

Konstrukční zásady

*Minimální plocha výztuže*

$$f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$$

$$a_{s,\text{min}} = \max(0,26 \cdot f_{ctm}/f_{yk} \cdot b_t \cdot d ; 0,0013 \cdot b_t \cdot d) = 0,000249 \text{ m}^2$$

$$a_{s,\text{max}} = 0,04 \cdot A_c = 0,008 \text{ m}^2$$

$$A_{s,\text{min}} \leq A_s \leq A_{s,\text{max}}$$

$$0,000249 \leq 0,000491 \leq 0,008 \text{ m}^2$$

**VYHOVÍ**

*Omezení výšky tlačené oblasti*

$$\xi = x/d = 0,0808$$

$$\xi_{\text{bal}} = 700/(700 + f_{yd}) = 0,6169$$

$$\xi \leq \xi_{\text{bal}}$$

$$0,0808 \leq 0,6169$$

**VYHOVÍ**

*Vzdálenost výztuže*

$$s_{\text{min}} = \max(1,2 \cdot \varnothing ; d_g + 5 \text{ mm} ; 20 \text{ mm}) = 20 \text{ mm}$$

$$s_{\text{max}} = \min(2h ; 250 \text{ mm}) = 250 \text{ mm}$$

$$s_{\text{min}} \leq s \leq s_{\text{max}}$$

$$20 \leq 160 \leq 250 \text{ mm}$$

**VYHOVÍ**

*Kotevní délka*

$$f_{ctk0,05} = 2\text{MPa}\alpha_{ct} = 1,0$$

$$\sigma_{sd} = 434,78\text{MPa}\eta_1 = 1,0$$

$$\eta_2 = 1,0 (\varnothing \leq 32\text{mm})$$

$$f_{ctd} = (\alpha_{ct} \cdot f_{ctk0,05}) / \gamma_c = 1,333333\text{MPa}$$

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd} = 3\text{MPa}$$

$$\alpha_1 = 1; \alpha_2 = 1; \alpha_3 = 1; \alpha_4 = 0,7; \alpha_5 = 1$$

$$l_{b,rqd} = (\varnothing/4) \cdot (\sigma_{sd} / f_{bd}) = 362,32\text{mm}$$

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd} = 253,6232\text{mm}$$

$$l_{bd} = 260\text{mm}$$

$$l_{b,min} = \max(0,3 \cdot l_{b,rqd}; 10\varnothing; 100\text{mm}) = 108,6957\text{mm}$$

$$l_{b,min} \leq l_{bd}$$

$$108,6957 \leq 260\text{mm}$$

**VYHOVÍ**

Návrh výztuže pro  $m_{ED,Y}^+ = 28,79\text{Nm}$  - dolní ohybová výztuž*Návrh*

$$\varnothing = 10\text{mm}$$

$$d = h - c_{\text{nom}} - \varnothing_X - \varnothing_Y/2 = 155\text{mm}$$

$$A_{s,\text{req}} = M_{Ed} / 0,9 \cdot d \cdot f_{yd} = 0,000475\text{m}^2$$

$$s_{\text{req}} = \pi \cdot \varnothing^2 / A_{s,\text{req}} \cdot 4 = 0,165461\text{m}$$

$$s = 170\text{mm}$$

$$A_s = (1000/s) \cdot (\pi \cdot \varnothing^2/4) = 0,000462\text{m}^2$$

**NÁVRH  $\varnothing 10\text{ mm}/170\text{mm}$**

*Posouzení*

$$F_s = A_s \cdot f_{yd} = 200,8691\text{kN}$$

$$x = F_s / 0,8 \cdot b \cdot f_{cd} = 0,012554\text{m}$$

$$m_{Rd} = F_s(d - 0,4x) = 30,126\text{kNm}$$

$$m_{Ed,x}^+ = 28,79\text{kNm} \leq m_{Rd} = 30,126\text{kNm}$$

**VYHOVÍ**

Konstrukční zásady*Minimální plocha výztuže*

$$f_{ctm} = 2,9\text{MPa}$$

$$a_{s,\text{min}} = \max(0,26 \cdot f_{ctm}/f_{yk} \cdot b_t \cdot d ; 0,0013 \cdot b_t \cdot d) = 0,000234\text{m}^2$$

$$a_{s,\text{max}} = 0,04 \cdot A_c = 0,008\text{m}^2$$

$$A_{s,\text{min}} \leq A_s \leq A_{s,\text{max}}$$

$$0,00023 \leq 0,000462 \leq 0,008\text{m}^2$$

**VYHOVÍ**

*Omezení výšky tlačené oblasti*

$$\xi = x/d = 0,0810$$

$$\xi_{\text{bal}} = 700/(700 + f_{yd}) = 0,6169$$

$$\xi \leq \xi_{\text{bal}}$$

$$0,0810 \leq 0,6169$$

**VYHOVÍ**

*Vzdálenost výztuže*

$$s_{\text{min}} = \max(1,2 \cdot \varnothing ; d_g + 5\text{mm} ; 20\text{mm}) = 20\text{mm}$$

$$s_{\text{max}} = \min(2h ; 250\text{mm}) = 250\text{mm}$$

$$s_{\text{min}} \leq s \leq s_{\text{max}}$$

$$20 \leq 170 \leq 250\text{mm}$$

**VYHOVÍ**

*Kotevní délka*

$$f_{ctk0,05} = 2\text{MPa}\alpha_{ct} = 1,0$$

$$\sigma_{sd} = 434,78\text{MPa}\eta_1 = 1,0$$

$$\eta_2 = 1,0 (\varnothing \leq 32\text{mm})$$

$$f_{ctd} = (\alpha_{ct} \cdot f_{ctk0,05}) / \gamma_c = 1,333333\text{MPa}$$

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd} = 3\text{MPa}$$

$$\alpha_1 = 1; \alpha_2 = 1; \alpha_3 = 1; \alpha_4 = 0,7; \alpha_5 = 1$$

$$l_{b,rqd} = (\varnothing/4) \cdot (\sigma_{sd} / f_{bd}) = 362,32\text{mm}$$

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd} = 253,6232\text{mm}$$

$$l_{bd} = 260\text{mm}$$

$$l_{b,min} = \max(0,3 \cdot l_{b,rqd}; 10\varnothing; 100\text{mm}) = 108,6957\text{mm}$$

$$l_{b,min} \leq l_{bd}$$

$$108,6957 \leq 260\text{mm}$$

**VYHOVÍ**

Návrh výztuže pro  $m_{ED,x} = 74,55 \text{ kNm}$  - horní ohybová výztuž*Návrh*

$$\varnothing = 14\text{mm}$$

$$d = h - c_{\text{nom}} - \varnothing_x/2 = 163\text{mm}$$

$$A_{s,\text{req}} = M_{Ed} / 0,9 \cdot d \cdot f_{yd} = 0,001169\text{m}^2$$

$$s_{\text{req}} = \pi \cdot \varnothing^2 / A_{s,\text{req}} \cdot 4 = 0,131706\text{m}$$

$$s = 120\text{mm}$$

$$A_s = (1000/s) \cdot (\pi \cdot \varnothing^2/4) = 0,001283\text{m}^2$$

**NÁVRH  $\varnothing 14 \text{ mm}/120\text{mm}$**

*Posouzení*

$$F_s = A_s \cdot f_{yd} = 557,7465\text{kN}$$

$$x = F_s / 0,8 \cdot b \cdot f_{cd} = 0,034859\text{m}$$

$$R_d = F_s(d - 0,4x) = 83,136\text{kNm}$$

$$m_{Ed,x} = 74,55\text{kNm} \leq m_{Rd} = 83,136\text{kNm} \text{ VYHOVÍ}$$

Konstrukční zásady*Minimální plocha výztuže*

$$f_{ctm} = 2,9\text{MPa}$$

$$a_{s,\text{min}} = \max(0,26 \cdot f_{ctm}/f_{yk} \cdot b_t \cdot d ; 0,0013 \cdot b_t \cdot d) = 0,000246\text{m}^2$$

$$a_{s,\text{max}} = 0,04 \cdot A_c = 0,008\text{m}^2$$

$$A_{s,\text{min}} \leq A_s \leq A_{s,\text{max}}$$

$$0,00025 \leq 0,001283 \leq 0,008\text{m}^2$$

**VYHOVÍ**

*Omezení výšky tlačené oblasti*

$$\xi = x/d = 0,2139$$

$$\xi_{\text{bal}} = 700/(700+f_{yd}) = 0,6169$$

$$\xi \leq \xi_{\text{bal}}$$

$$0,2139 \leq 0,6169$$

**VYHOVÍ**

*Vzdálenost výztuže*

$$s_{\text{min}} = \max(1,2 \cdot \varnothing ; d_g + 5\text{mm} ; 20\text{mm}) = 20\text{mm}$$

$$s_{\text{max}} = \min(2h ; 250\text{mm}) = 250\text{mm}$$

$$s_{\text{min}} \leq s \leq s_{\text{max}}$$

$$20 \leq 120 \leq 250\text{mm}$$

**VYHOVÍ**



*Kotevní délka*

$$f_{ctk0,05} = 2\text{MPa}\alpha_{ct} = 1,0$$

$$\sigma_{sd} = 434,78\text{MPa}\eta_1 = 1,0$$

$$\eta_2 = 1,0 (\varnothing \leq 32\text{mm})$$

$$f_{ctd} = (\alpha_{ct} \cdot f_{ctk0,05}) / \gamma_c = 1,333333\text{MPa}$$

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd} = 3\text{MPa}$$

$$\alpha_1 = 1; \alpha_2 = 1; \alpha_3 = 1; \alpha_4 = 0,7; \alpha_5 = 1$$

$$l_{b,rqd} = (\varnothing/4) \cdot (\sigma_{sd} / f_{bd}) = 507,25\text{mm}$$

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd} = 355,07\text{mm}$$

$$l_{bd} = 360\text{mm}$$

$$l_{b,min} = \max(0,3 \cdot l_{b,rqd}; 10\varnothing; 100\text{mm}) = 152,1739\text{mm}$$

$$l_{b,min} \leq l_{bd}$$

$$152,1739 \leq 360\text{mm}$$

**VYHOVÍ**

Návrh výztuže pro  $m_{ED,Y} = 54,81 \text{ kNm}$  - horní ohybová výztuž*Návrh*

$$\emptyset = 14\text{mm}$$

$$d = h - c_{\text{nom}} - \emptyset_X - \emptyset_Y/2 = 149\text{mm}$$

$$A_{s,\text{req}} = M_{Ed} / 0,9 \cdot d \cdot f_{yd} = 0,00094\text{m}^2$$

$$s_{\text{req}} = \pi \cdot \emptyset^2 / A_{s,\text{req}} \cdot 4 = 0,163763\text{m}$$

$$s = 150\text{mm}$$

$$A_s = (1000/s) \cdot (\pi \cdot \emptyset^2/4) = 0,001026\text{m}^2$$

**NÁVRH Ø14 mm/150mm**

*Posouzení*

$$F_s = A_s \cdot f_{yd} = 446,1972\text{kN}$$

$$x = F_s / 0,8 \cdot b \cdot f_{cd} = 0,027887\text{m}$$

$$m_{Rd} = F_s(d - 0,4x) = 61,506\text{kNm}$$

$$m_{Ed,y} = 54,81\text{kNm} \leq m_{Rd} = 61,506\text{kNm}$$

**VYHOVÍ**

Konstrukční zásady*Minimální plocha výztuže*

$$f_{ctm} = 2,9\text{MPa}$$

$$a_{s,\text{min}} = \max(0,26 \cdot f_{ctm}/f_{yk} \cdot b_t \cdot d ; 0,0013 \cdot b_t \cdot d) = 0,000225\text{m}^2$$

$$a_{s,\text{max}} = 0,04 \cdot A_c = 0,008\text{m}^2$$

$$A_{s,\text{min}} \leq A_s \leq A_{s,\text{max}}$$

$$0,000225 \leq 0,001026 \leq 0,008\text{m}^2$$

**VYHOVÍ**

*Omezení výšky tlačené oblasti*

$$\xi = x/d = 0,1872$$

$$\xi_{\text{bal}} = 700/(700 + f_{yd}) = 0,6169$$

$$\xi \leq \xi_{\text{bal}}$$

$$0,1872 \leq 0,6169$$

**VYHOVÍ**

*Vzdálenost výztuže*

$$s_{\text{min}} = \max(1,2 \cdot \emptyset ; d_g + 5\text{mm} ; 20\text{mm}) = 20\text{mm}$$

$$s_{\text{max}} = \min(2h ; 250\text{mm}) = 250\text{mm}$$

$$s_{\text{min}} \leq s \leq s_{\text{max}}$$

$$20 \leq 150 \leq 250\text{mm}$$

**VYHOVÍ**

*Kotevní délka*

$$f_{ctk0,05} = 2\text{MPa}\alpha_{ct} = 1,0$$

$$\sigma_{sd} = 434,78\text{MPa}\eta_1 = 1,0$$

$$\eta_2 = 1,0 (\varnothing \leq 32\text{mm})$$

$$f_{ctd} = (\alpha_{ct} \cdot f_{ctk0,05}) / \gamma_c = 1,333333\text{MPa}$$

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd} = 3\text{MPa}$$

$$\alpha_1 = 1; \alpha_2 = 1; \alpha_3 = 1; \alpha_4 = 0,7; \alpha_5 = 1$$

$$l_{b,rqd} = (\varnothing/4) \cdot (\sigma_{sd} / f_{bd}) = 507,25\text{mm}$$

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd} = 355,0725\text{mm}$$

$$l_{bd} = 360\text{mm}$$

$$l_{b,min} = \max(0,3 \cdot l_{b,rqd}; 10\varnothing; 100\text{mm}) = 152,1739\text{mm}$$

$$l_{b,min} \leq l_{bd}$$

$$152,1739 \leq 360\text{mm}$$

**VYHOVÍ**

Návrh a posouzení smykové výztuže*Minimální návrhová únosnost ve smyku pro prvky bez smykové výztuže**Směr x*

$$V_{Rd,c,min} = (v_{min} + k_1 \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d = \mathbf{88,38kN}$$

$$v_{min} = 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 542,218kPa$$

$$k = 1 + \sqrt{(200/d)} = 2,108 \leq 2$$

$$k = 2$$

$$\rho_l = A_{sl}/(b_w \cdot d) = 0,00787 \leq 0,02$$

$$k_1 = 0,15$$

$$\sigma_{cp} = 0 \text{Mpa} (N_{Ed} = 0kN)$$

*Návrhová hodnota únosnosti ve smyku*

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} k (100 \rho_l f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp}] b_w \cdot d = \mathbf{112,227kN}$$

rozhoduje

$$C_{Rd,c} = 0,18/\gamma_c = 0,12$$

$$V_{Ed} = 90,92kN \leq V_{Rd,c} = 112,227kN$$

**VYHOVÍ****Není nutno navrhovat dodatečnou smykovou výztuž.***Směr y*

$$V_{Rd,c,min} = (v_{min} + k_1 \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d = \mathbf{80,79kN}$$

$$v_{min} = 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 542,218kN$$

$$k = 1 + \sqrt{(200/d)} = 2,159 \leq 2$$

$$k = 2$$

$$\rho_l = A_{sl}/(b_w \cdot d) = 0,006888 \leq 0,02$$

$$k_1 = 0,15$$

$$\sigma_{cp} = 0 \text{Mpa} (N_{Ed} = 0kN)$$

*Návrhová hodnota únosnosti ve smyku*

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} k (100 \rho_l f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp}] b_w \cdot d = \mathbf{98,128kN}$$

rozhoduje

$$C_{Rd,c} = 0,18/\gamma_c = 0,12$$

$$V_{Ed} = \mathbf{62,36kN} \leq V_{Rd,c} = 98,128kN$$

**VYHOVÍ****Není nutno navrhovat dodatečnou smykovou výztuž.**

## 3.4.3.2 Mezní stav použitelnosti

Výpočet účinného rozpětí desky :

$$l_{\text{eff}} = l_n + a_1 + a_2 = 7700 \text{ mm}$$

$$l_n = 7500 \text{ mm}$$

$$a_1 = \min(1/2h; 1/2t) = 100 \text{ mm} = 500 \text{ mm (uložení na průvlak)}$$

$$a_2 = \min(1/2h; 1/2t) = 100 \text{ mm} = 500 \text{ mm (uložení na průvlak)}$$

Omezení napětí

Vzhledem k prostředí XC1 není nutno omezení tlakových napětí.

Omezení trhlin

$$w_{\text{max}} = 0,3 \text{ mm}$$

Při tloušťce desky 200 mm a dodržení ustanovení nejsou žádná zvláštní opatření pro omezení šířky trhlin.

Omezení průhybů

Směr x

$$l = 8000 \text{ mm}$$

$$d = 165 \text{ mm}$$

$$K = 1,5 \text{ dle Tab. 7.4N}$$

$$\rho = A_{s, \text{req}} / (b \cdot d) = 0,0030$$

$$\rho_0 = 10^{-3} \sqrt{f_{ck}} = 0,005477$$

$$\rho \leq \rho_0$$

**PLATÍ**

$$\rho > \rho_0$$

**NEPLATÍ**

Výpočet se tedy provede dle vzorce:  $\frac{l}{d} = K \left[ 11 + 1,5 \sqrt{f_{ck}} \frac{\rho_0}{\rho} + 3,2 \sqrt{f_{ck}} \left( \frac{\rho_0}{\rho} - 1 \right)^{3/2} \right] \cdot 7 / l_{\text{eff}}$

Pro desky s rozpětím větším jak 7m:

$$7 / l_{\text{eff}} = 0,909091$$

$$(l/d)_{\text{max}} = 54,43 \text{ mm}$$

$$l/d = 48,48 \text{ mm} \leq (l/d)_{\text{max}} = 54,43 \text{ mm}$$

**VYHOVÍ**

**Lze tedy od výpočtu průhybů upustit**

Směr y

$$l = 8000 \text{ mm}$$

$$d = 155 \text{ mm}$$

$$K = 1,5 \text{ dle Tab. 7.4N}$$

$$\rho = A_{s, \text{req}} / (b \cdot d) = 0,00306$$

$$\rho_0 = 10^{-3} \sqrt{f_{ck}} = 0,00548$$

$$\rho \leq \rho_0$$

**PLATÍ**

$$\rho > \rho_0$$

**NEPLATÍ**

Výpočet se tedy provede dle vzorce:  $\frac{l}{d} = K \left[ 11 + 1,5 \sqrt{f_{ck}} \frac{\rho_0}{\rho} + 3,2 \sqrt{f_{ck}} \left( \frac{\rho_0}{\rho} - 1 \right)^{3/2} \right] \cdot 7 / l_{eff}$

Pro desky s rozpětím větším jak 7m:

$$7 / l_{eff} = 0,909091$$

$$310 / \sigma_s = 500 / (f_{yk} A_{s,req} / A_s) = 0,973$$

$$(l/d)_{max} = 51,77 \text{ mm}$$

$$l/d = 51,61 \text{ mm} \leq (l/d)_{max} = 51,77 \text{ mm}$$

**VYHOVÍ**

**Lze tedy od výpočtu průhybů upustit**

### 3.5 Deska střešní

#### 3.5.1 Zatížení

##### 3.5.1.1 Zatížení stálé a vlastní tíhou konstrukce

###### Vodorovné konstrukce

Druh zatížení	$g_k$	$g_d$	Jedn.
Střecha	1,02	1,38	$kN/m^2$
Prosklený světlík	24,13	32,57	$kN/m$

###### Svislé konstrukce

Konstrukce	$g_k$	$g_d$	Jedn.
Atika (pro $h = 0,45\text{ m}$ )	1,29	1,74	$kN/m$
Železobetonová stěna ztužujícího jádra (pro $h = 0,65\text{ m}$ )	5,62	7,59	
Železobetonová deska zastřešení šachty	12,19	16,46	

##### 3.5.1.2 Zatížení proměnné

###### Užitné

Místnost	$q_k$	$q_d$	Jedn.
Střecha	0,75	1,13	$kN/m^2$

###### Zatížení od technologických zařízení

Druh zatížení	$q_k$	$q_d$	Jedn.
Technologická zařízení	0,30	0,45	$kN/m^2$

###### Klimatické

Druh zatížení	$q_k$	Jedn.	$l_s$	Jedn.
Sníh	0,80	$kN/m^2$	-	$m$
Návěje u atik	0,20		0,5	
Návěje u stěny výtahové šachty	1,90		4,75	
Návěje u stěny výtahové šachty	1,90		2,7	
Návěje u stěny výtahové šachty	1,90		4,75	
Návěje u stěny výtahové šachty	1,90		1,35	
Vítr (tlak)	0,23		-	

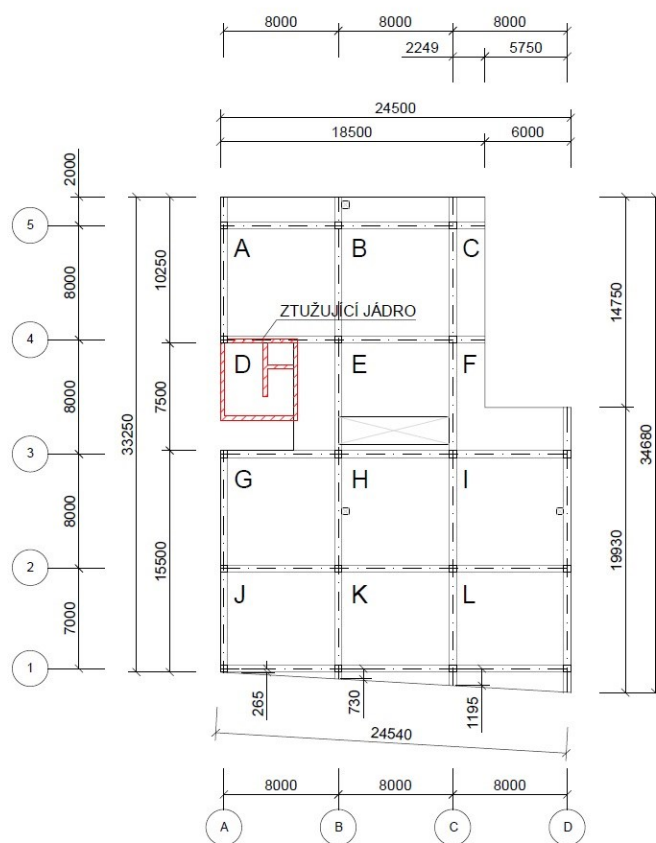
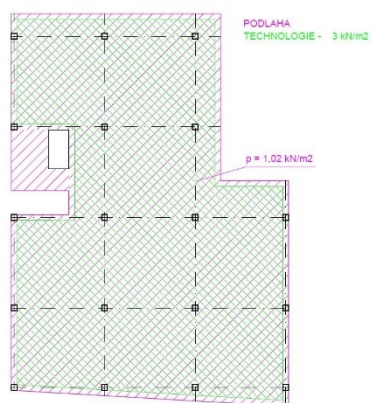
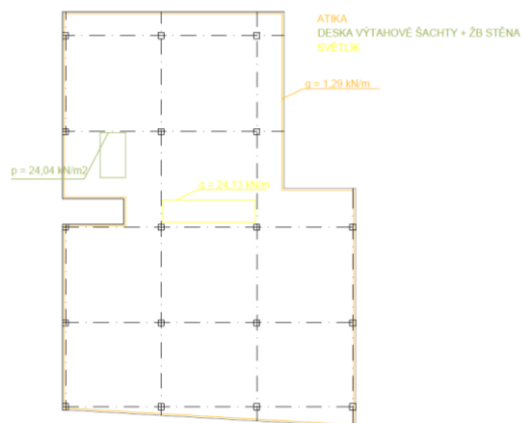


Schéma konstrukce

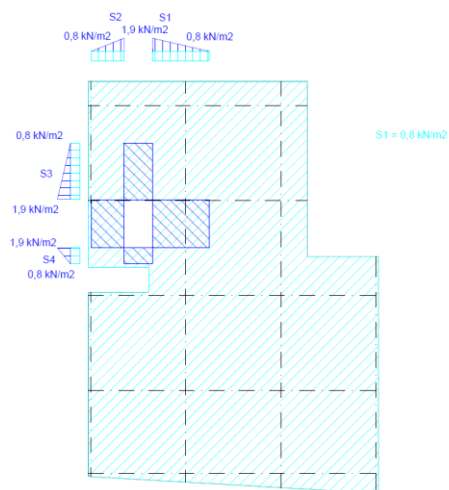


Zatížení od vodorovných konstrukcí a technologie

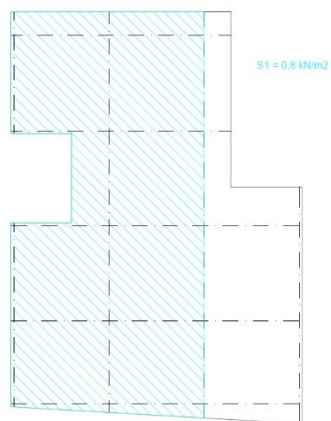


Zatížení od svislých konstrukcí

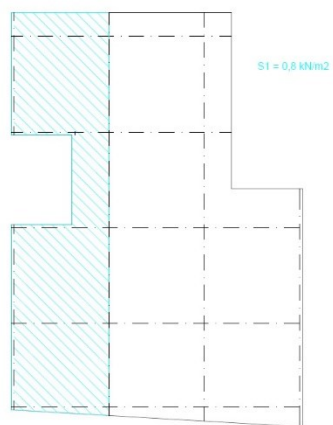




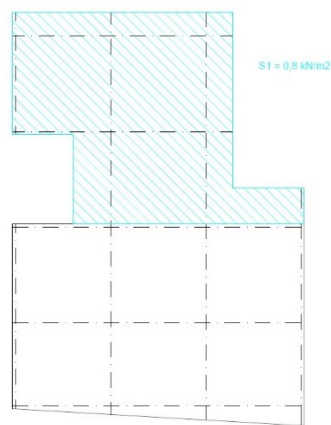
Zatížení sněhem – ZS. 1 + zatížení od návějí



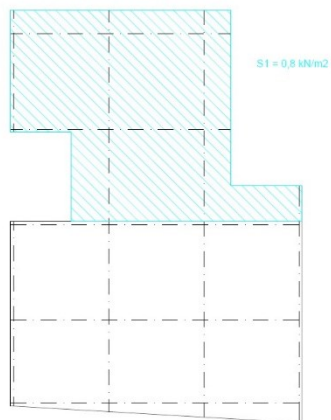
Zatížení sněhem – ZS. 2



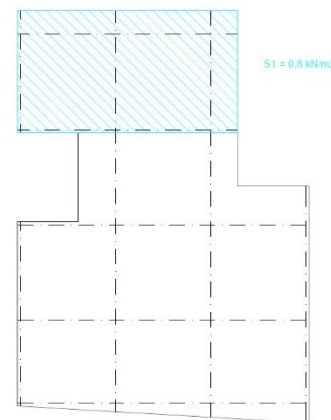
Zatížení sněhem – ZS. 3



Zatížení sněhem – ZS. 4

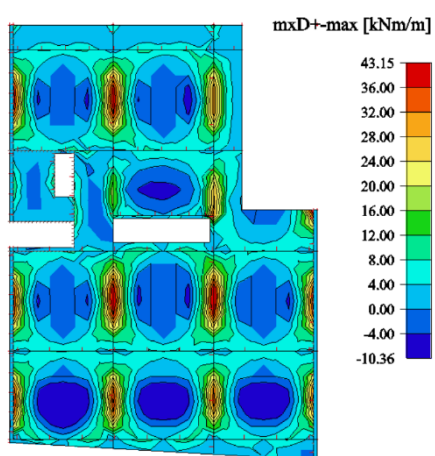
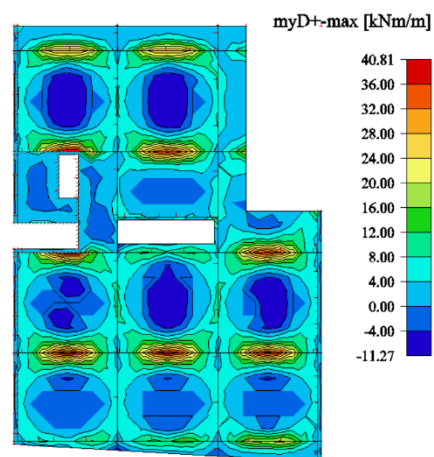
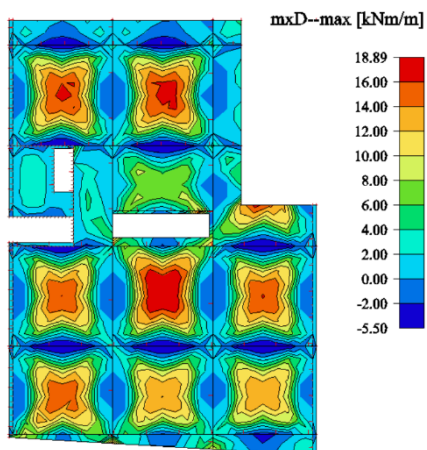
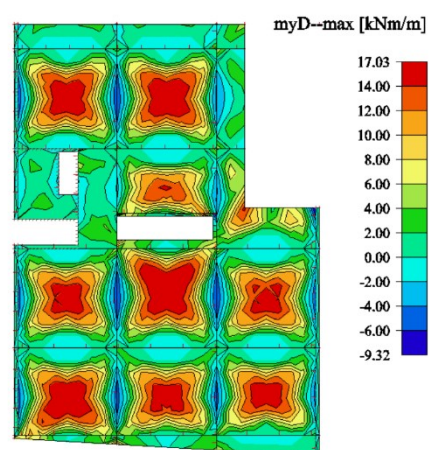
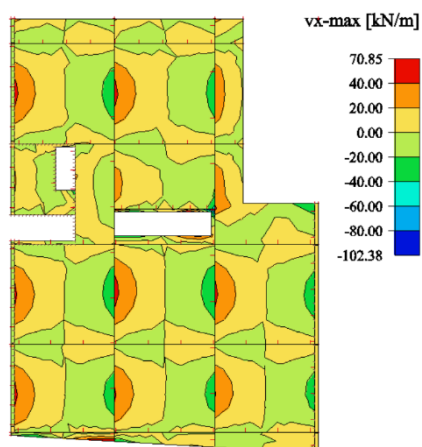
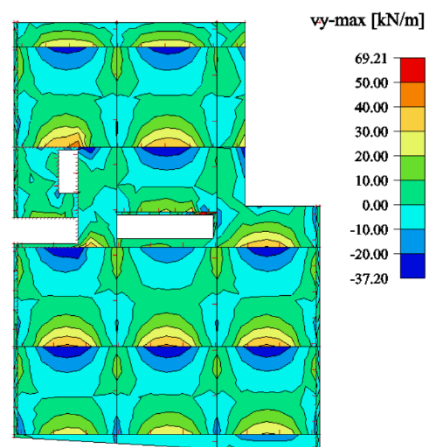


Zatížení sněhem – ZS. 5



Zatížení sněhem – ZS. 6

## 3.5.2 Návrhové vnitřní síly

Dimenzační momentyMoment nad podporou – směr  $x$ Moment nad podporou – směr  $y$ Moment v poli – směr  $x$ Moment v poli – směr  $y$ Posouvající sílySměr  $x$ Směr  $y$

## 3.5.3 Návrh a posouzení

## Základní charakteristiky materiálů a rozměry desky

Popis	Velikost	Výpočet	Hodnota	Jednotka
Tloušťka desky	$h_d$	-	200	mm
Rozpětí polí	$l_{x,max}$	-	8000	
	$l_{y,max}$	-	8000	
Třída betonu - C30/37	$f_{ck}$	-	30	MPa
	$f_{cd}$	$f_{ck}/\gamma_c$	20	
	$E_{cm}$	-	32	GPa
	$\gamma_c$	-	1,5	-
	$f_{ctm}$	-	2,9	MPa
	$f_{ctk,0,05}$	-	2,0	
	$f_{yk}$	-	500	MPa
Třída oceli - B500B	$f_{yd}$	$f_{yk}/\gamma_s$	434,78	
	$E_s$	-	210	GPa
	$\gamma_s$	-	1,15	-

## Dimenzační vnitřní síly – přehled

$m_{Ed,x}^{+} =$	18,89 kNm	$m_{Ed,y}^{+} =$	17,03 kNm
$m_{Ed,x}^{-} =$	43,15 kNm	$m_{Ed,y}^{-} =$	40,81 kNm
$V_{Ed,x} =$	44,86 kN	$V_{Ed,y} =$	42,94 kN

## Redukce nadpodporových momentů

$$\Delta M_{Ed} = F_{Ed,sup} \cdot t/8$$

$$t = 0,5m$$

$F_{Ed,sup,x} =$	86,84 kN	$F_{Ed,sup,y} =$	79,55 kN
$\Delta M_{Ed,x} =$	5,43 kNm	$\Delta M_{Ed,y} =$	4,97 kNm
$m_{Ed,x}^{-} =$	37,72 kNm	$m_{Ed,y}^{-} =$	35,84 kNm

## Výpočet krytí pro největší profil výztuže

$$\emptyset_x = 12mm$$

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 35mm$$

$$c_{min} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - c_{dur,add}; 10mm) = 25mm$$

$$c_{min,b} = \emptyset = 12mm$$

$$c_{min,dur} = 25mm(XC4;S3)$$

$$c_{dur,\gamma} = 0mm$$

$$c_{dur,st} = 0mm$$

$$c_{dur,add} = 0mm$$

$$\Delta c_{dev} = 10mm$$

## 3.5.3.1 Mezní stav únosnosti

A) Návrh výztuže pro  $m_{ED,x}^+ = 18,89 \text{ kNm}$  - dolní ohybová výztuž

*Návrh*

$$\varnothing = 8\text{mm}$$

$$d = h - c_{\text{nom}} - \varnothing/2 = 161\text{mm}$$

$$A_{s,\text{req}} = M_{\text{Ed}} / 0,9 \cdot d \cdot f_{yd} = 0,00030\text{m}^2$$

$$s_{\text{req}} = \pi \cdot \varnothing^2 / A_{s,\text{req}} \cdot 4 = 0,16764\text{m}$$

$$s = 160\text{mm}$$

$$A_s = (1000/s) \cdot (\pi \cdot \varnothing^2/4) = 0,00031\text{m}^2$$

**NÁVRH  $\varnothing 8 \text{ mm}/160\text{mm}$**

*Posouzení*

$$F_s = A_s \cdot f_{yd} = 136,591\text{kN}$$

$$x = F_s / 0,8 \cdot b \cdot f_{cd} = 0,008537\text{m}$$

$$m_{\text{Rd}} = F_s(d - 0,4x) = 21,525\text{kNm}$$

$$m_{\text{Ed},x}^+ = 18,89\text{kNm} \leq m_{\text{Rd}} = 21,525\text{kNm}$$

**VYHOVÍ**

Konstrukční zásady

*Minimální plocha výztuže*

$$f_{\text{ctm}} = 2,9\text{MPa}$$

$$a_{s,\text{min}} = \max(0,26 \cdot f_{\text{ctm}}/f_{yk} \cdot b_t \cdot d ; 0,0013 \cdot b_t \cdot d) = 0,000243\text{m}^2$$

$$a_{s,\text{max}} = 0,04 \cdot A_c = 0,008\text{m}^2$$

$$A_{s,\text{min}} \leq A_s \leq A_{s,\text{max}}$$

$$0,000243 \leq 0,000314 \leq 0,008\text{m}^2$$

**VYHOVÍ**

*Omezení výšky tlačené oblasti*

$$\xi = x/d = 0,0530$$

$$\xi_{\text{bal}} = 700/(700 + f_{yd}) = 0,6169$$

$$\xi \leq \xi_{\text{bal}}$$

$$0,0530 \leq 0,6169$$

**VYHOVÍ**

*Vzdálenost výztuže*

$$s_{\text{min}} = \max(1,2 \cdot \varnothing ; d_g + 5\text{mm} ; 20\text{mm}) = 20\text{mm}$$

$$s_{\text{max}} = \min(2h ; 250\text{mm}) = 250\text{mm}$$

$$s_{\text{min}} \leq s \leq s_{\text{max}}$$

$$20 \leq 160 \leq 250\text{mm}$$

**VYHOVÍ**

*Kotevní délka*

$$f_{ctk0,05} = 2\text{MPa}$$

$$\alpha_{ct} = 1,0$$

$$\sigma_{sd} = 434,78\text{MPa}$$

$$\eta_1 = 1,0$$

$$\eta_2 = 1,0 (\varnothing \leq 32\text{mm})$$

$$f_{ctd} = (\alpha_{ct} \cdot f_{ctk0,05}) / \gamma_c = 1,333333\text{MPa}$$

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd} = 3\text{MPa}$$

$$\alpha_1 = 1; \alpha_2 = 1; \alpha_3 = 1; \alpha_4 = 0,7; \alpha_5 = 1$$

$$l_{b,rqd} = (\varnothing/4) \cdot (\sigma_{sd}/f_{bd}) = 289,86\text{mm}$$

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd} = 202,899\text{mm}$$

$$l_{bd} = 210\text{mm}$$

$$l_{b,min} = \max(0,3 \cdot l_{b,rqd}; 10\varnothing; 100\text{mm}) = 100\text{mm}$$

$$l_{b,min} \leq l_{bd}$$

$$100 \leq 210\text{mm}$$

**VYHOVÍ**

Návrh a posouzení výztuže pro  $m_{ED,Y}^+ = 17,03 \text{ kNm}$  - dolní ohybová výztuž*Návrh*

$$\emptyset = 8\text{mm}$$

$$d = h - c_{\text{nom}} - \emptyset_X - \emptyset_Y/2 = 153\text{mm}$$

$$A_{s,\text{req}} = M_{\text{Ed}} / 0,9 \cdot d \cdot f_{yd} = 0,00028\text{m}^2$$

$$s_{\text{req}} = \pi \cdot \emptyset^2 / A_{s,\text{req}} \cdot 4 = 0,17671\text{m}$$

$$s = 170\text{mm}$$

$$A_s = (1000/s) \cdot (\pi \cdot \emptyset^2/4) = 0,0003\text{m}^2$$

**NÁVRH  $\emptyset 8 \text{ mm}/170\text{mm}$**

*Posouzení*

$$F_s = A_s \cdot f_{yd} = 128,5562\text{kN}$$

$$x = F_s / 0,8 \cdot b \cdot f_{cd} = 0,008035\text{m}$$

$$m_{Rd} = F_s(d - 0,4x) = 19,256\text{kNm}$$

$$m_{Ed,x}^+ = 17,03\text{kNm} \leq m_{Rd} = 19,256\text{kNm}$$

**VYHOVÍ**

Konstrukční zásady*Minimální plocha výztuže*

$$f_{ctm} = 2,9\text{MPa}$$

$$a_{s,\text{min}} = \max(0,26 \cdot f_{ctm}/f_{yk} \cdot b_t \cdot d ; 0,0013 \cdot b_t \cdot d) = 0,000231\text{m}^2$$

$$a_{s,\text{max}} = 0,04 \cdot A_c = 0,008\text{m}^2$$

$$A_{s,\text{min}} \leq A_s \leq A_{s,\text{max}}$$

$$0,000231 \leq 0,000296 \leq 0,008\text{m}^2$$

**VYHOVÍ**

*Omezení výšky tlačené oblasti*

$$\xi = x/d = 0,0525$$

$$\xi_{\text{bal}} = 700/(700 + f_{yd}) = 0,6169$$

$$\xi \leq \xi_{\text{bal}}$$

$$0,0525 \leq 0,6169$$

**VYHOVÍ**

*Vzdálenost výztuže*

$$s_{\text{min}} = \max(1,2 \cdot \emptyset ; d_g + 5\text{mm} ; 20\text{mm}) = 20\text{mm}$$

$$s_{\text{max}} = \min(2h ; 250\text{mm}) = 250\text{mm}$$

$$s_{\text{min}} \leq s \leq s_{\text{max}}$$

$$20 \leq 170 \leq 250\text{mm}$$

**VYHOVÍ**

*Kotevní délka*

$$f_{ctk0,05} = 2\text{MPa}$$

$$\alpha_{ct} = 1,0$$

$$\sigma_{sd} = 434,78\text{MPa}$$

$$\eta_1 = 1,0$$

$$\eta_2 = 1,0 (\varnothing \leq 32\text{mm})$$

$$f_{ctd} = (\alpha_{ct} \cdot f_{ctk0,05}) / \gamma_c = 1,333333\text{MPa}$$

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd} = 3\text{MPa}$$

$$\alpha_1 = 1; \alpha_2 = 1; \alpha_3 = 1; \alpha_4 = 0,7; \alpha_5 = 1$$

$$l_{b,rqd} = (\varnothing/4) \cdot (\sigma_{sd}/f_{bd}) = 289,86\text{mm}$$

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd} = 202,899\text{mm}$$

$$l_{bd} = 210\text{mm}$$

$$l_{b,min} = \max(0,3 \cdot l_{b,rqd}; 10\varnothing; 100\text{mm}) = 100\text{mm}$$

$$l_{b,min} \leq l_{bd}$$

$$100 \leq 210\text{mm}$$

**VYHOVÍ**

Návrh a posouzení výztuže pro  $m_{ED,x} = 37,72 \text{ kNm}$  - horní ohybová výztuž*Návrh*

$$\varnothing = 12 \text{ mm}$$

$$d = h - c_{\text{nom}} - \varnothing_X/2 = 159 \text{ mm}$$

$$A_{s,\text{req}} = M_{Ed} / 0,9 \cdot d \cdot f_{yd} = 0,00061 \text{ m}^2$$

$$s_{\text{req}} = \pi \cdot \varnothing^2 / A_{s,\text{req}} \cdot 4 = 0,18654 \text{ m}$$

$$s = 180 \text{ mm}$$

$$A_s = (1000/s) \cdot (\pi \cdot \varnothing^2/4) = 0,00063 \text{ m}^2$$

**NÁVRH  $\varnothing 12 \text{ mm}/180 \text{ mm}$**

*Posouzení*

$$F_s = A_s \cdot f_{yd} = 273,182 \text{ kN}$$

$$x = F_s / 0,8 \cdot b \cdot f_{cd} = 0,017074 \text{ m}$$

$$m_{Rd} = F_s(d - 0,4x) = 41,570 \text{ kNm}$$

$$m_{Ed,x} = 37,72 \text{ kNm} \leq m_{Rd} = 41,570 \text{ kNm}$$

**VYHOVÍ**

Konstrukční zásady*Minimální plocha výztuže*

$$f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$$

$$a_{s,\text{min}} = \max(0,26 \cdot f_{ctm}/f_{yk} \cdot b_t \cdot d ; 0,0013 \cdot b_t \cdot d) = 0,00024 \text{ m}^2$$

$$a_{s,\text{max}} = 0,04 \cdot A_c = 0,008 \text{ m}^2$$

$$A_{s,\text{min}} \leq A_s \leq A_{s,\text{max}}$$

$$0,00024 \leq 0,000628 \leq 0,008 \text{ m}^2$$

**VYHOVÍ**

*Omezení výšky tlačené oblasti*

$$\xi = x/d = 0,1074$$

$$\xi_{\text{bal}} = 700/(700 + f_{yd}) = 0,6169$$

$$\xi \leq \xi_{\text{bal}}$$

$$0,1074 \leq 0,6169$$

**VYHOVÍ**

*Vzdálenost výztuže*

$$s_{\text{min}} = \max(1,2 \cdot \varnothing ; d_g + 5 \text{ mm} ; 20 \text{ mm}) = 20 \text{ mm}$$

$$s_{\text{max}} = \min(2h ; 250 \text{ mm}) = 250 \text{ mm}$$

$$s_{\text{min}} \leq s \leq s_{\text{max}}$$

$$20 \leq 180 \leq 250 \text{ mm}$$

**VYHOVÍ**



*Kotevní délka*

$$f_{ctk0,05} = 2\text{MPa}$$

$$\alpha_{ct} = 1,0$$

$$\sigma_{sd} = 434,78\text{MPa}$$

$$\eta_1 = 1,0$$

$$\eta_2 = 1,0 (\varnothing \leq 32\text{mm})$$

$$f_{ctd} = (\alpha_{ct} \cdot f_{ctk0,05}) / \gamma_c = 1,333333\text{MPa}$$

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd} = 3\text{MPa}$$

$$\alpha_1 = 1; \alpha_2 = 1; \alpha_3 = 1; \alpha_4 = 0,7; \alpha_5 = 1$$

$$l_{b,rqd} = (\varnothing/4) \cdot (\sigma_{sd}/f_{bd}) = 434,78\text{mm}$$

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd} = 304,35\text{mm}$$

$$l_{bd} = 310\text{mm}$$

$$l_{b,min} = \max(0,3 \cdot l_{b,rqd}; 10\varnothing; 100\text{mm}) = 130,4348\text{mm}$$

$$l_{b,min} \leq l_{bd}$$

$$130,4348 \leq 310\text{mm}$$

**VYHOVÍ**

Návrh a posouzení výztuže pro  $m_{ED,Y} = 35,84 \text{ kNm}$  - horní ohybová výztuž*Návrh*

$$\varnothing = 12\text{mm}$$

$$d = h - c_{\text{nom}} - \varnothing_X - \varnothing_Y/2 = 147\text{mm}$$

$$A_{s,\text{req}} = M_{Ed} / 0,9 \cdot d \cdot f_{yd} = 0,00062\text{m}^2$$

$$s_{\text{req}} = \pi \cdot \varnothing^2 / A_{s,\text{req}} \cdot 4 = 0,18153\text{m}$$

$$s = 180\text{mm}$$

$$A_s = (1000/s) \cdot (\pi \cdot \varnothing^2/4) = 0,00063\text{m}^2$$

**NÁVRH  $\varnothing 12 \text{ mm}/180\text{mm}$**

*Posouzení*

$$F_s = A_s \cdot f_{yd} = 273,182\text{kN}$$

$$x = F_s / 0,8 \cdot b \cdot f_{cd} = 0,017074\text{m}$$

$$m_{Rd} = F_s(d - 0,4x) = 38,292\text{kNm}$$

$$m_{Ed,Y} = 35,84\text{kNm} \leq m_{Rd} = 38,292\text{kNm}$$

**VYHOVÍ**

Konstrukční zásady*Minimální plocha výztuže*

$$f_{ctm} = 2,9\text{MPa}$$

$$a_{s,\text{min}} = \max(0,26 \cdot f_{ctm}/f_{yk} \cdot b_t \cdot d ; 0,0013 \cdot b_t \cdot d) = 0,000222\text{m}^2$$

$$a_{s,\text{max}} = 0,04 \cdot A_c = 0,008\text{m}^2$$

$$A_{s,\text{min}} \leq A_s \leq A_{s,\text{max}}$$

$$0,000222 \leq 0,000628 \leq 0,008\text{m}^2$$

**VYHOVÍ**

*Omezení výšky tlačené oblasti*

$$\xi = x/d = 0,1161$$

$$\xi_{\text{bal}} = 700/(700 + f_{yd}) = 0,6169$$

$$\xi \leq \xi_{\text{bal}}$$

$$0,1161 \leq 0,6169$$

**VYHOVÍ**

*Vzdálenost výztuže*

$$s_{\text{min}} = \max(1,2 \cdot \varnothing ; d_g + 5\text{mm} ; 20\text{mm}) = 20\text{mm}$$

$$s_{\text{max}} = \min(2h ; 250\text{mm}) = 250\text{mm}$$

$$s_{\text{min}} \leq s \leq s_{\text{max}}$$

$$20 \leq 180 \leq 250\text{mm}$$

**VYHOVÍ**

*Kotevní délka*

$$f_{ctk0,05} = 2\text{MPa}$$

$$\alpha_{ct} = 1,0$$

$$\sigma_{sd} = 434,78\text{MPa}$$

$$\eta_1 = 1,0$$

$$\eta_2 = 1,0 (\varnothing \leq 32\text{mm})$$

$$f_{ctd} = (\alpha_{ct} \cdot f_{ctk0,05}) / \gamma_c = 1,333333\text{MPa}$$

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd} = 3\text{MPa}$$

$$\alpha_1 = 1; \alpha_2 = 1; \alpha_3 = 1; \alpha_4 = 0,7; \alpha_5 = 1$$

$$l_{b,rqd} = (\varnothing/4) \cdot (\sigma_{sd}/f_{bd}) = 434,78\text{mm}$$

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd} = 304,348\text{mm}$$

$$l_{bd} = 310\text{mm}$$

$$l_{b,min} = \max(0,3 \cdot l_{b,rqd}; 10\varnothing; 100\text{mm}) = 130,4348\text{mm}$$

$$l_{b,min} \leq l_{bd}$$

$$130,4348 \leq 310\text{mm}$$

**VYHOVÍ**

Návrh a posouzení smykové výztuže*Minimální návrhová únosnost ve smyku pro prvky bez smykové výztuže**Směr x*

$$V_{Rd,c,min} = (v_{min} + k_1 \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d = 86,21 \text{ kN}$$

$$v_{min} = 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 542,218 \text{ kPa}$$

$$k = 1 + \sqrt{(200/d)} = 2,122 \leq 2$$

$$k = 2$$

$$\rho_l = A_{sl}/(b_w \cdot d) = 0,003952 \leq 0,02$$

$$k_1 = 0,15$$

$$\sigma_{cp} = 0 \text{ Mpa} (N_{Ed} = 0 \text{ kN})$$

*Návrhová hodnota únosnosti ve smyku*

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} k (100 \rho_l f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp}] b_w \cdot d = 87,011 \text{ kN}$$

rozhoduje

$$C_{Rd,c} = 0,18/\gamma_c = 0,12$$

$$V_{Ed} = 44,86 \text{ kN} \leq V_{Rd,c} = 87,011 \text{ kN}$$

**VYHOVÍ****Není nutno navrhovat dodatečnou smykovou výztuž.***Směr y*

$$V_{Rd,c,min} = (v_{min} + k_1 \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d = 79,71 \text{ kN}$$

$$v_{min} = 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 542,218 \text{ kN}$$

$$k = 1 + \sqrt{(200/d)} = 2,166 \leq 2$$

$$k = 2$$

$$\rho_l = A_{sl}/(b_w \cdot d) = 0,004274 \leq 0,02$$

$$k_1 = 0,15$$

$$\sigma_{cp} = 0 \text{ Mpa} (N_{Ed} = 0 \text{ kN})$$

*Návrhová hodnota únosnosti ve smyku*

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} k (100 \rho_l f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp}] b_w \cdot d = 82,577 \text{ kN}$$

rozhoduje

$$C_{Rd,c} = 0,18/\gamma_c = 0,12$$

$$V_{Ed} = 42,94 \text{ kN} \leq V_{Rd,c} = 82,577 \text{ kN}$$

**VYHOVÍ****Není nutno navrhovat dodatečnou smykovou výztuž.**

## 3.5.3.2 Mezní stav použitelnosti

*Výpočet účinného rozpětí desky*

$$l_{\text{eff}} = l_n + a_1 + a_2 = 7700 \text{ mm}$$

$$l_n = 7500 \text{ mm}$$

$$t = 500 \text{ mm (uložení na průvlak)}$$

$$a_1 = \min(1/2h; 1/2t) = 100 \text{ mm}$$

$$t = 500 \text{ mm (uložení na průvlak)}$$

$$a_2 = \min(1/2h; 1/2t) = 100 \text{ mm}$$

Omezení napětí

Vzhledem k prostředí XC1 není nutno omezení tlakových napětí.

Omezení trhlin

$$w_{\text{max}} = 0,4 \text{ mm}$$

Při tloušťce desky do 200mm a dodržení ustanovení z normy nejsou žádná zvláštní opatření pro omezení šířky trhlin.

Omezení průhybů*Směr x*

$$l = 8000 \text{ mm}$$

$$d = 161 \text{ mm}$$

$$K = 1,5$$

$$\rho = A_{s,\text{req}} / (b \cdot d) = 0,00186$$

$$\rho_0 = 10^{-3} \sqrt{f_{ck}} = 0,00548$$

$$\rho \leq \rho_0 \quad \text{PLATÍ}$$

$$\rho > \rho_0 \quad \text{NEPLATÍ}$$

$$\text{Výpočet se tedy provede dle vzorce: } \frac{l}{d} = K \left[ 11 + 1,5 \sqrt{f_{ck}} \frac{\rho_0}{\rho} + 3,2 \sqrt{f_{ck}} \left( \frac{\rho_0}{\rho} - 1 \right)^{3/2} \right] \cdot 7 / l_{\text{eff}}$$

Pro desky s rozpětím větším jak 7m:

$$7 / l_{\text{eff}} = 0,909091$$

$$(l/d)_{\text{max}} = 112,58 \text{ mm}$$

$$l/d = 49,69 \text{ mm} \leq (l/d)_{\text{max}} = 112,58 \text{ mm}$$

**VYHOVÍ**

**Lze tedy od výpočtu průhybů upustit.**

*Směr y*

$$l = 8000 \text{ mm}$$

$$d = 153 \text{ mm}$$

$$K = 1,5$$

$$\rho = A_{s,req}/(b \cdot d) = 0,00186$$

$$\rho_0 = 10^{-3} \sqrt{f_{ck}} = 0,00548$$

$$\rho \leq \rho_0 \quad \textbf{PLATÍ}$$

$$\rho > \rho_0 \quad \textbf{NEPLATÍ}$$

$$\text{Výpočet se tedy provede dle vzorce: } \frac{l}{d} = K \left[ 11 + 1,5 \sqrt{f_{ck}} \frac{\rho_0}{\rho} + 3,2 \sqrt{f_{ck}} \left( \frac{\rho_0}{\rho} - 1 \right)^{3/2} \right] \cdot 7/l_{eff}$$

Pro desky s rozpětím větším jak 7m:

$$7/l_{eff} = 0,909091$$

$$310/\sigma_s = 500/(f_{yk} A_{s,req}/A_s) = 1,039$$

$$(l/d)_{max} = 112,8916\text{mm}$$

$$l/d = 52,29\text{mm} \leq (l/d)_{max} = 112,89\text{mm}$$

**VYHOVÍ**

**Lze tedy od výpočtu průhybů upustit.**

### 3.6 Deska ve ztužujícím jádru

#### 3.6.1 Zatížení

##### 3.6.1.1 Zatížení stálé a vlastní tíhou konstrukce

*Vodorovné konstrukce*

Místnost	$g_k$	$g_d$	Jedn.
Chodby	2,69	3,63	kN/m <sup>2</sup>

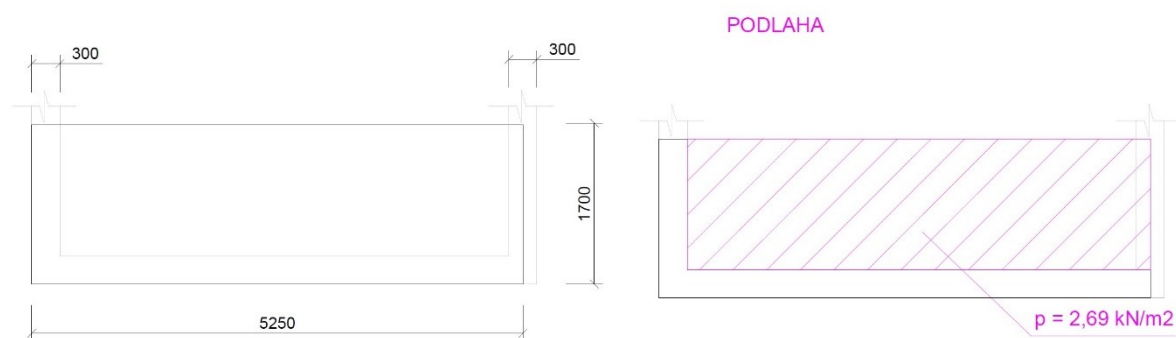
*Svislé konstrukce*

Konstrukce	$g_k$	$g_d$	Jedn.
Zed' u výtahové šachty tl.150 mm (pro $h = 4,25m$ )	3,70	4,99	kN/m
Rameno schodiště	-	16,65	

##### 3.6.1.2 Zatížení proměnné

*Užitné*

Místnost	$q_k$	$q_d$	Jedn.
Střecha	1,50	2,25	kN/m <sup>2</sup>

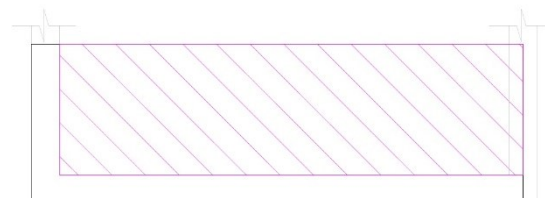


*Schéma konstrukce*

*Zatížení od vodorovných konstrukcí*

PŘÍČKY DĚLÍČÍ TL. 150MM  
SCHODIŠTĚ BODOVÝMI SILAMI

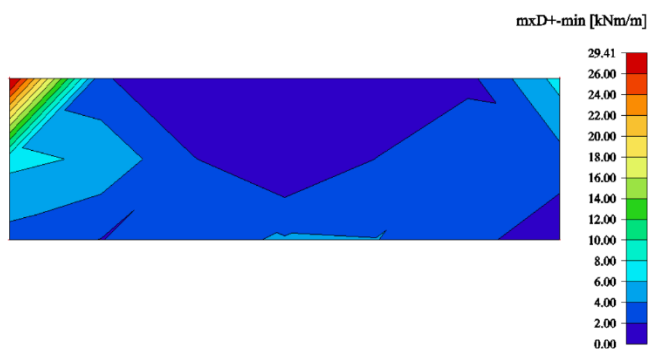
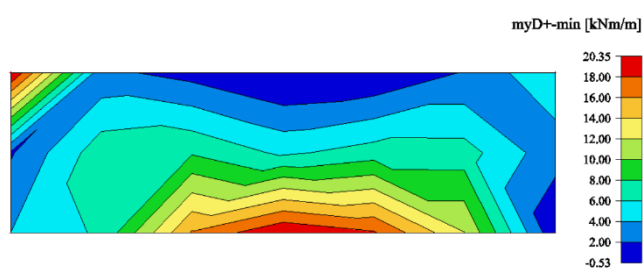
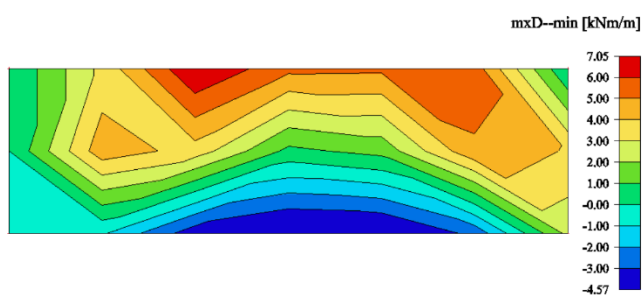
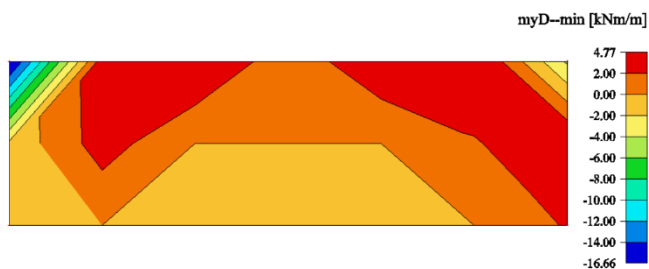
UŽITNÉ - 1,5 kN/m<sup>2</sup>



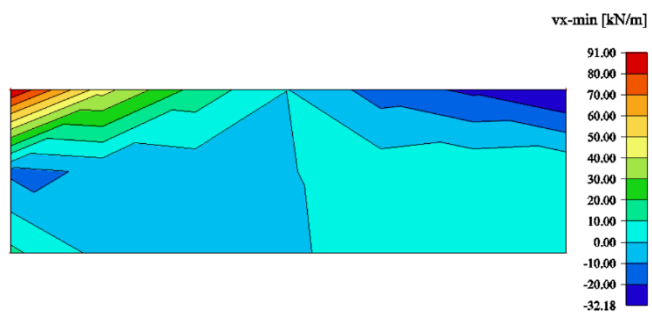
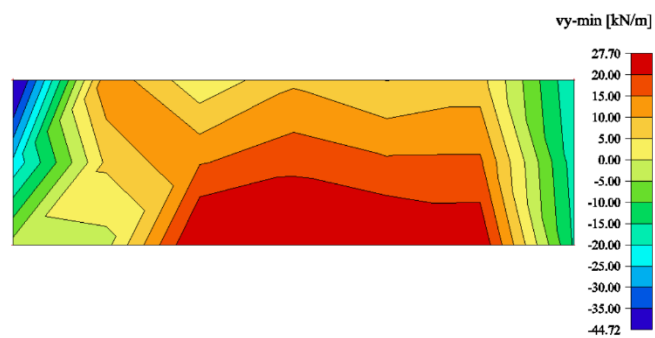
*Zatížení od svislých konstrukcí*

*Zatížení užitné*

## 3.6.2 Návrhové vnitřní síly

Dimenzační momenty*Moment nad podporou –směr x**Moment nad podporou –směr y**Moment v poli –směr x**Moment v poli –směr y*



Posouvající síly*Směr x**Směr y*

## 3.6.3 Návrh a posouzení

## Základní charakteristika materiálů a rozměry desky

Popis	Veličina	Výpočet	Hodnota	Jednotka
Tloušťka desky	$h_d$	-	250	mm
Rozpětí polí	$l_{x,max}$	-	8000	
	$l_{y,max}$	-	8000	
Třída betonu - C30/37	$f_{ck}$	-	30	MPa
	$f_{cd}$	$f_{ck}/\gamma_c$	20	
	$E_{cm}$	-	32	GPa
	$\gamma_c$	-	1,5	-
	$f_{ctm}$	-	2,9	MPa
	$f_{ctk,0,05}$	-	2,0	
Třída oceli - B500B	$f_{yk}$	-	500	MPa
	$f_{yd}$	$f_{yk}/\gamma_s$	434,78	
	$E_s$	-	210	GPa
	$\gamma_s$	-	1,15	-

## Dimenzační vnitřní síly - přehled

$m_{ED,x}^{+=}$	7,05 kNm	$m_{ED,y}^{+=}$	4,77 kNm
$m_{ED,x}^{-=}$	29,41 kNm	$m_{ED,y}^{-=}$	20,35 kNm
$V_{Ed,x}$	91 kN	$V_{Ed,y}$	44,72 kN

## Výpočet krytí pro největší profil výztuže v desce:

$$\varnothing_x = 10\text{mm}$$

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 20\text{mm}$$

$$c_{min} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - c_{dur,add}; 10\text{mm}) = 10\text{mm}$$

$$c_{min,b} = \varnothing = 10\text{mm}$$

$$c_{min,dur} = 10\text{mm(XC1;S3)}$$

$$c_{dur,\gamma} = 0\text{mm}$$

$$c_{dur,st} = 0\text{mm}$$

$$c_{dur,add} = 0\text{mm}$$

$$\Delta c_{dev} = 10\text{mm}$$

## 3.6.3.1 Mezní stav únosnosti

A) Návrh výztuže pro  $m_{ED,x}^+ = 7,05 \text{ kNm}$  - dolní ohybová výztuž

*Návrh*

$$\emptyset = 8\text{mm}$$

$$d = h - c_{\text{nom}} - \emptyset/2 = 176\text{mm}$$

$$A_{s,\text{req}} = M_{Ed} / 0,9 \cdot d \cdot f_{yd} = 0,00010\text{m}^2$$

$$s_{\text{req}} = \pi \cdot \emptyset^2 / A_{s,\text{req}} \cdot 4 = 0,49103\text{m}$$

$$s = 190\text{mm}$$

$$A_s = (1000/s) \cdot (\pi \cdot \emptyset^2/4) = 0,00026\text{m}^2$$

**NÁVRH  $\emptyset 8 \text{ mm}/190\text{mm}$**

*Posouzení*

$$F_s = A_s \cdot f_{yd} = 115,024\text{kN}$$

$$x = F_s / 0,8 \cdot b \cdot f_{cd} = 0,007189\text{m}$$

$$m_{Rd} = F_s(d - 0,4x) = 19,913\text{kNm}$$

$$m_{Ed,x}^+ = 7,05\text{kNm} \leq m_{Rd} = 19,913\text{kNm}$$

**VYHOVÍ**

Konstrukční zásady

*Minimální plocha výztuže*

$$f_{ctm} = 2,9\text{MPa}$$

$$a_{s,\text{min}} = \max(0,26 \cdot f_{ctm}/f_{yk} \cdot b_t \cdot d ; 0,0013 \cdot b_t \cdot d) = 0,000265\text{m}^2$$

$$a_{s,\text{max}} = 0,04 \cdot A_c = 0,008\text{m}^2$$

$$A_{s,\text{min}} \leq A_s \leq A_{s,\text{max}}$$

$$0,000265 \leq 0,000265 \leq 0,008\text{m}^2$$

**VYHOVÍ**

*Omezení výšky tlačené oblasti*

$$\xi = x/d = 0,0408$$

$$\xi_{\text{bal}} = 700/(700 + f_{yd}) = 0,6169$$

$$\xi \leq \xi_{\text{bal}}$$

$$0,0408 \leq 0,6169$$

**VYHOVÍ**

*Vzdálenost výztuže*

$$s_{\text{min}} = \max(1,2 \cdot \emptyset ; d_g + 5\text{mm} ; 20\text{mm}) = 20\text{mm}$$

$$s_{\text{max}} = \min(2h ; 250\text{mm}) = 250\text{mm}$$

$$s_{\text{min}} \leq s \leq s_{\text{max}}$$

$$20 \leq 190 \leq 250\text{mm}$$

**VYHOVÍ**

*Kotevní délka*

$$f_{ctk0,05} = 2\text{MPa}$$

$$\alpha_{ct} = 1,0$$

$$\sigma_{sd} = 434,78\text{MPa}$$

$$\eta_1 = 1,0$$

$$\eta_2 = 1,0 (\varnothing \leq 32\text{mm})$$

$$f_{ctd} = (\alpha_{ct} \cdot f_{ctk0,05}) / \gamma_c = 1,333333\text{MPa}$$

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd} = 3\text{MPa}$$

$$\alpha_1 = 1; \alpha_2 = 1; \alpha_3 = 1; \alpha_4 = 0,7; \alpha_5 = 1$$

$$l_{b,rqd} = (\varnothing/4) \cdot (\sigma_{sd}/f_{bd}) = 289,86\text{mm}$$

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd} = 202,8986\text{mm}$$

$$l_{bd} = 210\text{mm}$$

$$l_{b,min} = \max(0,3 \cdot l_{b,rqd}; 10\varnothing; 100\text{mm}) = 100\text{mm}$$

$$l_{b,min} \leq l_{bd}$$

$$100 \leq 210\text{mm}$$

**VYHOVÍ**

Návrh a posouzení výztuže pro  $m_{ED,y}^+ = 4,77 \text{ kNm}$  - dolní ohybová výztuž*Návrh*

$$\emptyset = 8\text{mm}$$

$$d = h - c_{\text{nom}} - \emptyset_X - \emptyset_Y/2 = 168\text{mm}$$

$$A_{s,\text{req}} = M_{\text{Ed}} / 0,9 \cdot d \cdot f_{yd} = 0,000073\text{m}^2$$

$$s_{\text{req}} = \pi \cdot \emptyset^2 / A_{s,\text{req}} \cdot 4 = 0,692748\text{m}$$

$$s = 190\text{mm}$$

$$A_s = (1000/s) \cdot (\pi \cdot \emptyset^2/4) = 0,000265\text{m}^2$$

**NÁVRH  $\emptyset 8 \text{ mm}/190\text{mm}$**

*Posouzení*

$$F_s = A_s \cdot f_{yd} = 115,024\text{kN}$$

$$x = F_s / 0,8 \cdot b \cdot f_{cd} = 0,007189\text{m}$$

$$m_{Rd} = F_s(d - 0,4x) = 18,993\text{kNm}$$

$$m_{\text{Ed},x}^+ = 4,77\text{kNm} \leq m_{Rd} = 18,993\text{kNm}$$

**VYHOVÍ**

Konstrukční zásady*Minimální plocha výztuže*

$$f_{ctm} = 2,9\text{MPa}$$

$$a_{s,\text{min}} = \max(0,26 \cdot f_{ctm}/f_{yk} \cdot b_t \cdot d ; 0,0013 \cdot b_t \cdot d) = 0,000253\text{m}^2$$

$$a_{s,\text{max}} = 0,04 \cdot A_c = 0,008\text{m}^2$$

$$A_{s,\text{min}} \leq A_s \leq A_{s,\text{max}}$$

$$0,000253 \leq 0,000265 \leq 0,008\text{m}^2$$

**VYHOVÍ**

*Omezení výšky tlačené oblasti*

$$\xi = x/d = 0,0428$$

$$\xi_{\text{bal}} = 700/(700 + f_{yd}) = 0,6169$$

$$\xi \leq \xi_{\text{bal}}$$

$$0,0428 \leq 0,6169$$

**VYHOVÍ**

*Vzdálenost výztuže*

$$s_{\text{min}} = \max(1,2 \cdot \emptyset ; d_g + 5\text{mm} ; 20\text{mm}) = 20\text{mm}$$

$$s_{\text{max}} = \min(2h ; 250\text{mm}) = 250\text{mm}$$

$$s_{\text{min}} \leq s \leq s_{\text{max}}$$

$$20 \leq 190 \leq 250\text{mm}$$

**VYHOVÍ**

*Kotevní délka*

$$f_{ctk0,05} = 2\text{MPa}$$

$$\alpha_{ct} = 1,0$$

$$\sigma_{sd} = 434,78\text{MPa}$$

$$\eta_1 = 1,0$$

$$\eta_2 = 1,0 (\varnothing \leq 32\text{mm})$$

$$f_{ctd} = (\alpha_{ct} \cdot f_{ctk0,05}) / \gamma_c = 1,333333\text{MPa}$$

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd} = 3\text{MPa}$$

$$\alpha_1 = 1; \alpha_2 = 1; \alpha_3 = 1; \alpha_4 = 0,7; \alpha_5 = 1$$

$$l_{b,rqd} = (\varnothing/4) \cdot (\sigma_{sd}/f_{bd}) = 289,86\text{mm}$$

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd} = 202,8986\text{mm}$$

$$l_{bd} = 210\text{mm}$$

$$l_{b,min} = \max(0,3 \cdot l_{b,rqd}; 10\varnothing; 100\text{mm}) = 100\text{mm}$$

$$l_{b,min} \leq l_{bd}$$

$$100 \leq 210\text{mm}$$

**VYHOVÍ**

Návrh a posouzení výztuže pro  $m_{ED,x} = 29,41 \text{ kNm}$  - horní ohybová výztuž*Návrh*

$$\varnothing = 10 \text{ mm}$$

$$d = h - c_{\text{nom}} - \varnothing_x/2 = 175 \text{ mm}$$

$$A_{s,\text{req}} = M_{Ed} / 0,9 \cdot d \cdot f_{yd} = 0,000429 \text{ m}^2$$

$$s_{\text{req}} = \pi \cdot \varnothing^2 / A_{s,\text{req}} \cdot 4 = 0,182872 \text{ m}$$

$$s = 180 \text{ mm}$$

$$A_s = (1000/s) \cdot (\pi \cdot \varnothing^2/4) = 0,000436 \text{ m}^2$$

**NÁVRH  $\varnothing 10 \text{ mm}/180 \text{ mm}$**

*Posouzení*

$$F_s = A_s \cdot f_{yd} = 189,7097 \text{ kN}$$

$$x = F_s / 0,8 \cdot b \cdot f_{cd} = 0,011857 \text{ m}$$

$$m_{Rd} = F_s(d - 0,4x) = 32,299 \text{ kNm}$$

$$m_{Ed,x} = 29,41 \text{ kNm} \leq m_{Rd} = 32,299 \text{ kNm} \text{ VYHOVÍ}$$

Konstrukční zásady*Minimální plocha výztuže*

$$f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$$

$$a_{s,\text{min}} = \max(0,26 \cdot f_{ctm}/f_{yk} \cdot b_t \cdot d ; 0,0013 \cdot b_t \cdot d) = 0,000264 \text{ m}^2$$

$$a_{s,\text{max}} = 0,04 \cdot A_c = 0,008 \text{ m}^2$$

$$A_{s,\text{min}} \leq A_s \leq A_{s,\text{max}}$$

$$0,00026 \leq 0,000436 \leq 0,008 \text{ m}^2$$

**VYHOVÍ**

*Omezení výšky tlačené oblasti*

$$\xi = x/d = 0,0678$$

$$\xi_{\text{bal}} = 700/(700 + f_{yd}) = 0,6169$$

$$\xi \leq \xi_{\text{bal}}$$

$$0,0678 \leq 0,6169$$

**VYHOVÍ**

*Vzdálenost výztuže*

$$s_{\text{min}} = \max(1,2 \cdot \varnothing ; d_g + 5 \text{ mm} ; 20 \text{ mm}) = 20 \text{ mm}$$

$$s_{\text{max}} = \min(2h ; 250 \text{ mm}) = 250 \text{ mm}$$

$$s_{\text{min}} \leq s \leq s_{\text{max}}$$

$$20 \leq 180 \leq 250 \text{ mm} \text{ VYHOVÍ}$$

*Kotevní délka*

$$f_{ctk0,05} = 2\text{MPa}$$

$$\alpha_{ct} = 1,0$$

$$\sigma_{sd} = 434,78\text{MPa}$$

$$\eta_1 = 1,0$$

$$\eta_2 = 1,0 (\varnothing \leq 32\text{mm})$$

$$f_{ctd} = (\alpha_{ct} \cdot f_{ctk0,05}) / \gamma_c = 1,333333\text{MPa}$$

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd} = 3\text{MPa}$$

$$\alpha_1 = 1; \alpha_2 = 1; \alpha_3 = 1; \alpha_4 = 0,7; \alpha_5 = 1$$

$$l_{b,rqd} = (\varnothing/4) \cdot (\sigma_{sd}/f_{bd}) = 362,32\text{mm}$$

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd} = 253,62\text{mm}$$

$$l_{bd} = 260\text{mm}$$

$$l_{b,min} = \max(0,3 \cdot l_{b,rqd}; 10\varnothing; 100\text{mm}) = 108,6957\text{mm}$$

$$l_{b,min} \leq l_{bd}$$

$$108,6957 \leq 260\text{mm}$$

**VYHOVÍ**



Návrh a posouzení výztuže pro  $m_{ED,y} = 20,35 \text{ kNm}$  - horní ohybová výztuž*Návrh*

$$\varnothing = 10 \text{ mm}$$

$$d = h - c_{\text{nom}} - \varnothing_X - \varnothing_Y/2 = 165 \text{ mm}$$

$$A_{s,\text{req}} = M_{Ed} / 0,9 \cdot d \cdot f_{yd} = 0,000315 \text{ m}^2$$

$$s_{\text{req}} = \pi \cdot \varnothing^2 / A_{s,\text{req}} \cdot 4 = 0,249186 \text{ m}$$

$$s = 240 \text{ mm}$$

$$A_s = (1000/s) \cdot (\pi \cdot \varnothing^2/4) = 0,000327 \text{ m}^2$$

**NÁVRH  $\varnothing 10 \text{ mm}/240 \text{ mm}$**

*Posouzení*

$$F_s = A_s \cdot f_{yd} = 142,2823 \text{ kN}$$

$$x = F_s / 0,8 \cdot b \cdot f_{cd} = 0,008893 \text{ m}$$

$$m_{Rd} = F_s(d - 0,4x) = 22,970 \text{ kNm}$$

$$m_{Ed,y} = 20,35 \text{ kNm} \leq m_{Rd} = 22,970 \text{ kNm} \text{ **VYHOVÍ**}$$

Konstrukční zásady*Minimální plocha výztuže*

$$f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$$

$$a_{s,\text{min}} = \max(0,26 \cdot f_{ctm}/f_{yk} \cdot b_t \cdot d ; 0,0013 \cdot b_t \cdot d) = 0,000249 \text{ m}^2$$

$$a_{s,\text{max}} = 0,04 \cdot A_c = 0,008 \text{ m}^2$$

$$A_{s,\text{min}} \leq A_s \leq A_{s,\text{max}}$$

$$0,000249 \leq 0,000327 \leq 0,008 \text{ m}^2$$

**VYHOVÍ**

*Omezení výšky tlačené oblasti*

$$\xi = x/d = 0,0539$$

$$\xi_{\text{bal}} = 700/(700 + f_{yd}) = 0,6169$$

$$\xi \leq \xi_{\text{bal}}$$

$$0,0539 \leq 0,6169$$

**VYHOVÍ**

*Vzdálenost výztuže*

$$s_{\text{min}} = \max(1,2 \cdot \varnothing ; d_g + 5 \text{ mm} ; 20 \text{ mm}) = 20 \text{ mm}$$

$$s_{\text{max}} = \min(2h ; 250 \text{ mm}) = 250 \text{ mm}$$

$$s_{\text{min}} \leq s \leq s_{\text{max}}$$

$$20 \leq 240 \leq 250 \text{ mm}$$

**VYHOVÍ**

*Kotevní délka*

$$f_{ctk0,05} = 2\text{MPa}$$

$$\alpha_{ct} = 1,0$$

$$\sigma_{sd} = 434,78\text{MPa}$$

$$\eta_1 = 1,0$$

$$\eta_2 = 1,0 (\varnothing \leq 32\text{mm})$$

$$f_{ctd} = (\alpha_{ct} \cdot f_{ctk0,05}) / \gamma_c = 1,333333\text{MPa}$$

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd} = 3\text{MPa}$$

$$\alpha_1 = 1; \alpha_2 = 1; \alpha_3 = 1; \alpha_4 = 0,7; \alpha_5 = 1$$

$$l_{b,rqd} = (\varnothing/4) \cdot (\sigma_{sd}/f_{bd}) = 362,32\text{mm}$$

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd} = 253,6232\text{mm}$$

$$l_{bd} = 260\text{mm}$$

$$l_{b,min} = \max(0,3 \cdot l_{b,rqd}; 10\varnothing; 100\text{mm}) = 108,6957\text{mm}$$

$$l_{b,min} \leq l_{bd}$$

$$108,6957 \leq 260\text{mm}$$

**VYHOVÍ**

Návrh a posouzení smykové výstuže*Minimální návrhová únosnost ve smyku pro prvky bez smykové výstuže**Směr x*

$$V_{Rd,c,min} = (v_{min} + k_1 \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d = \mathbf{94,89kN}$$

rozhoduje

$$v_{min} = 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 542,218kPa$$

$$k = 1 + \sqrt{(200/d)} = 2,069 \leq 2$$

$$k = 2$$

$$\rho_I = A_{sl}/(b_w \cdot d) = 0,002493 \leq 0,02$$

$$k_1 = 0,15$$

$$\sigma_{cp} = 0Mpa (N_{Ed} = 0kN)$$

*Návrhová hodnota únosnosti ve smyku*

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} k (100 \rho_I f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp}] b_w \cdot d = \mathbf{82,139kN}$$

$$C_{Rd,c} = 0,18/\gamma_c = 0,12$$

$$V_{Ed} = \mathbf{91kN} \leq V_{Rd,c} = \mathbf{94,888kN}$$

**VYHOVÍ****Není nutno navrhovat dodatečnou smykovou výstuž***Směr y*

$$V_{Rd,c,min} = (v_{min} + k_1 \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d = \mathbf{89,47kN}$$

rozhoduje

$$v_{min} = 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 542,218kN$$

$$k = 1 + \sqrt{(200/d)} = 2,101 \leq 2$$

$$k = 2$$

$$\rho_I = A_{sl}/(b_w \cdot d) = 0,001983 \leq 0,02$$

$$k_1 = 0,15$$

$$\sigma_{cp} = 0Mpa (N_{Ed} = 0kN)$$

*Návrhová hodnota únosnosti ve smyku*

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} k (100 \rho_I f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp}] b_w \cdot d = \mathbf{71,757kN}$$

$$C_{Rd,c} = 0,18/\gamma_c = 0,12$$

$$V_{Ed} = \mathbf{44,72kN} \leq V_{Rd,c} = \mathbf{89,466kN}$$

**VYHOVÍ****Není nutno navrhovat dodatečnou smykovou výstuž**

## 3.6.3.2 Mezní stav použitelnosti

Omezení napětí

Vzhledem k prostředí XC1 není nutno omezení tlakových napětí.

Omezení trhlin

$$w_{\max} = 0,4\text{mm}$$

Při tloušťce desky 200mm a dodržení ustanovení z normy nejsou žádná zvláštní opatření pro omezení šířky trhlin.

Omezení průhybů

*Směr x*

$$l = 5250\text{mm}$$

$$d = 176\text{mm}$$

$$K = 1 \text{ dle Tab. 7.4N}$$

$$\rho = A_{s,\text{req}}/(b \cdot d) = 0,000582$$

$$\rho_0 = 10^{-3} \sqrt{f_{ck}} = 0,00548$$

$$\rho \leq \rho_0 \quad \textbf{PLATÍ}$$

$$\rho > \rho_0 \quad \textbf{NEPLATÍ}$$

$$\text{Výpočet se tedy provede dle vzorce: } \frac{l}{d} = K \left[ 11 + 1,5\sqrt{f_{ck}} \frac{\rho_0}{\rho} + 3,2\sqrt{f_{ck}} \left( \frac{\rho_0}{\rho} - 1 \right)^{3/2} \right]$$

$$(l/d)_{\max} = 516,37\text{mm}$$

$$l/d = 29,83\text{mm} \leq (l/d)_{\max} = 516,37\text{mm}$$

**VYHOVÍ**

**Lze tedy od výpočtu průhybů opustit**

*Směr y*

$$l = 1700\text{mm}$$

$$d = 168\text{mm}$$

$$K = 1 \text{ dle Tab. 7.4N}$$

$$\rho = A_{s,\text{req}}/(b \cdot d) = 0,000432$$

$$\rho_0 = 10^{-3} \sqrt{f_{ck}} = 0,00548$$

$$\rho \leq \rho_0 \quad \textbf{PLATÍ}$$

$$\rho > \rho_0 \quad \textbf{NEPLATÍ}$$

$$\text{Výpočet se tedy provede dle vzorce: } \frac{l}{d} = K \left[ 11 + 1,5\sqrt{f_{ck}} \frac{\rho_0}{\rho} + 3,2\sqrt{f_{ck}} \left( \frac{\rho_0}{\rho} - 1 \right)^{3/2} \right]$$

$$(l/d)_{\max} = 814,9782\text{mm}$$

$$l/d = 10,12\text{mm} \leq (l/d)_{\max} = 814,98\text{mm} \quad \textbf{Lze tedy od výpočtu průhybů upustit}$$

**VYHOVÍ**

### 3.7 Deska střešní

#### 3.7.1 Zatížení

##### 3.7.1.1 Zatížení stálé a vlastní tíhou konstrukce

###### Vodorovné konstrukce

Místnost	$g_k$	$g_d$	Jedn.
Chodby	1,02	1,38	kN/m <sup>2</sup>

###### Svislé konstrukce

Konstrukce	$g_k$	$g_d$	Jedn.
Atika (pro $h = 0,45$ m)	1,29	1,74	kN/m

##### 3.7.1.2 Zatížení proměnné

###### Užitné

Místnost	$q_k$	$q_d$	Jedn.
Střecha	0,75	1,13	kN/m <sup>2</sup>

###### Zatížení od technologických zařízení

Druh zatížení	$q_k$	$q_d$	Jedn.
Technologická zařízení	0,50	0,75	kN/m <sup>2</sup>

###### Klimatické

Druh zatížení	$q_k$	Jedn.	$l_s$	Jedn.
Sníh	0,80	kN/m <sup>2</sup>	-	m

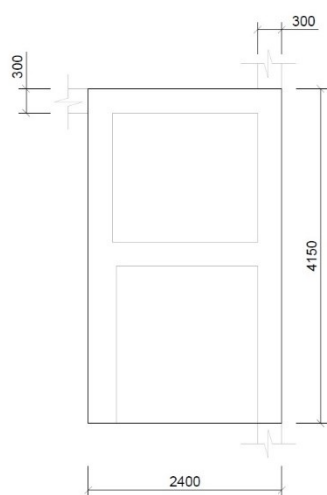
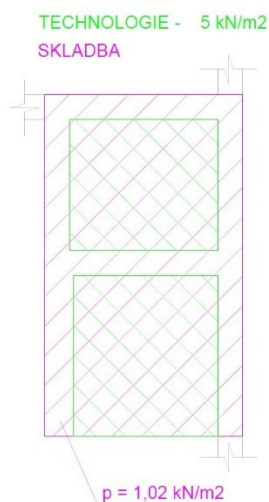
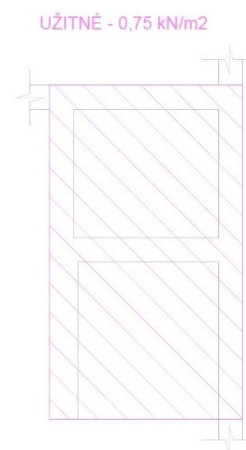


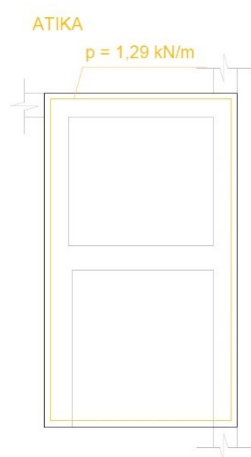
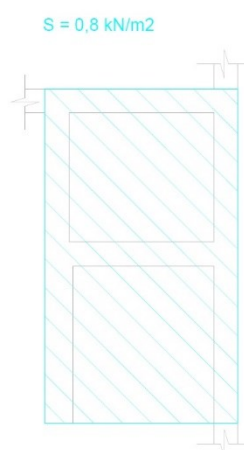
Schéma konstrukce



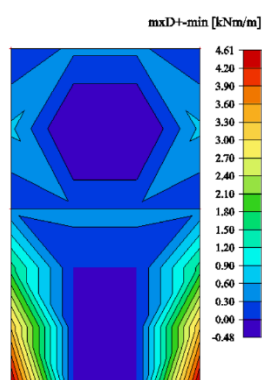
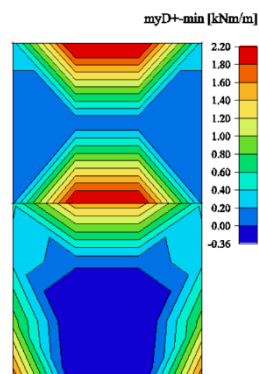
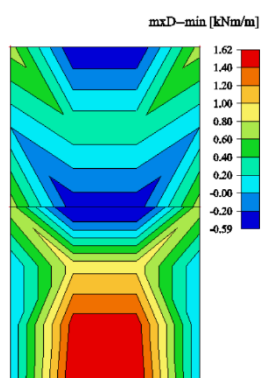
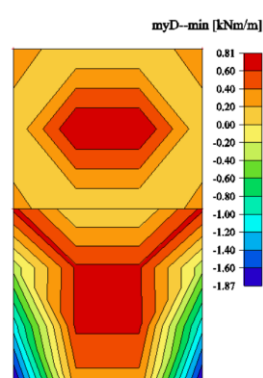
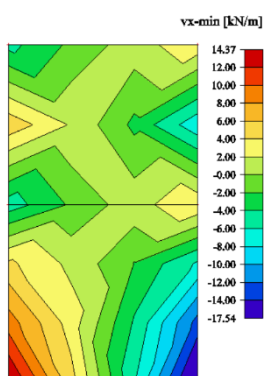
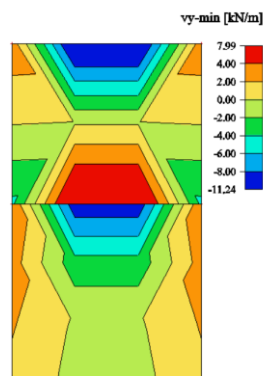
Zatížení od vodorovných konstrukcí



Zatížení užitné

*Zatížení od svislých konstrukcí**Zatížení od sněhu*

## 3.7.2 Návrhové vnitřní síly

Dimenzační momenty*Moment nad podporou – směr x**Moment nad podporou – směr y**Moment v poli – směr x**Moment v poli – směr y*Posouvající síly*Směr x**Směr y*

## 3.7.3 Návrh a posouzení

## Základní charakteristiky materiálů a rozměry desky

Popis	Veličina	Výpočet	Hodnota	Jednotka
Tloušťka desky	$h_d$	-	250	mm
Rozpětí polí	$l_{x,max}$	-	8000	
	$l_{y,max}$	-	8000	
Třída betonu - C30/37	$f_{ck}$	-	30	MPa
	$f_{cd}$	$f_{ck}/\gamma_c$	20	
	$E_{cm}$	-	32	GPa
	$\gamma_c$	-	1,5	-
	$f_{ctm}$	-	2,9	MPa
	$f_{ctk,0,05}$	-	2,0	
Třída oceli - B500B	$f_{yk}$	-	500	MPa
	$f_{yd}$	$f_{yk}/\gamma_s$	434,78	
	$E_s$	-	210	GPa
	$\gamma_s$	-	1,15	-

## Dimenzační vnitřní síly – přehled

$m_{ED,x}^{+=}$	1,62 kNm	$m_{ED,y}^{+=}$	0,81 kNm
$m_{ED,x}^{-=}$	4,61 kNm	$m_{ED,y}^{-=}$	2,20 kNm
$V_{Ed,x}$	17,54 kN	$V_{Ed,y}$	11,24 kN

Výpočet krytí pro největší profil výztuže v desce:

$$\varnothing_x = 10\text{mm}$$

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 20\text{mm}$$

$$c_{min} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - c_{dur,add}; 10\text{mm}) = 10\text{mm}$$

$$c_{min,b} = \varnothing = 10\text{mm}$$

$$c_{min,dur} = 10\text{mm}(XC1;S3)$$

$$c_{dur,\gamma} = 0\text{mm}$$

$$c_{dur,st} = 0\text{mm}$$

$$c_{dur,add} = 0\text{mm}$$

$$\Delta c_{dev} = 10\text{mm} \text{ až } 10$$



## 3.7.3.1 Mezní stav únosnosti

Návrh výztuže pro  $m_{ED,x}^+ = 1,62 \text{ kNm}$  - dolní ohybová výztuž

*Návrh*

$$\varnothing = 8\text{mm}$$

$$d = h - c_{\text{nom}} - \varnothing/2 = 176\text{mm}$$

$$A_{s,\text{req}} = M_{\text{Ed}} / 0,9 \cdot d \cdot f_{yd} = 0,00002\text{m}^2$$

$$s_{\text{req}} = \pi \cdot \varnothing^2 / A_{s,\text{req}} \cdot 4 = 2,13689\text{m}$$

$$s = 190\text{mm}$$

$$A_s = (1000/s) \cdot (\pi \cdot \varnothing^2/4) = 0,00026\text{m}^2$$

**NÁVRH  $\varnothing 8 \text{ mm}/190\text{mm}$**

*Posouzení*

$$F_s = A_s \cdot f_{yd} = 115,024\text{kN}$$

$$x = F_s / 0,8 \cdot b \cdot f_{cd} = 0,007189\text{m}$$

$$m_{\text{Rd}} = F_s(d - 0,4x) = 19,913\text{kNm}$$

$$m_{\text{Ed},x}^+ = 1,62\text{kNm} \leq m_{\text{Rd}} = 19,913\text{kNm}$$

**VYHOVÍ**

Konstrukční zásady

*Minimální plocha výztuže*

$$f_{\text{ctm}} = 2,9\text{MPa}$$

$$a_{s,\text{min}} = \max(0,26 \cdot f_{\text{ctm}}/f_{yk} \cdot b_t \cdot d ; 0,0013 \cdot b_t \cdot d) = 0,000265\text{m}^2$$

$$a_{s,\text{max}} = 0,04 \cdot A_c = 0,008\text{m}^2$$

$$A_{s,\text{min}} \leq A_s \leq A_{s,\text{max}}$$

$$0,000265 \leq 0,000265 \leq 0,008\text{m}^2$$

**VYHOVÍ**

*Omezení výšky tlačené oblasti*

$$\xi = x/d = 0,0408$$

$$\xi_{\text{bal}} = 700/(700 + f_{yd}) = 0,6169$$

$$\xi \leq \xi_{\text{bal}}$$

$$0,0408 \leq 0,6169$$

**VYHOVÍ**

*Vzdálenost výztuže*

$$s_{\text{min}} = \max(1,2 \cdot \varnothing ; d_g + 5\text{mm} ; 20\text{mm}) = 20\text{mm}$$

$$s_{\text{max}} = \min(2h ; 250\text{mm}) = 250\text{mm}$$

$$s_{\text{min}} \leq s \leq s_{\text{max}}$$

$$20 \leq 190 \leq 250\text{mm}$$

**VYHOVÍ**

*Kotevní délka*

$$f_{ctk0,05} = 2\text{MPa}$$

$$\alpha_{ct} = 1,0$$

$$\sigma_{sd} = 434,78\text{MPa}$$

$$\eta_1 = 1,0$$

$$\eta_2 = 1,0 (\varnothing \leq 32\text{mm})$$

$$f_{ctd} = (\alpha_{ct} \cdot f_{ctk0,05}) / \gamma_c = 1,333333\text{MPa}$$

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd} = 3\text{MPa}$$

$$\alpha_1 = 1; \alpha_2 = 1; \alpha_3 = 1; \alpha_4 = 0,7; \alpha_5 = 1$$

$$l_{b,rqd} = (\varnothing/4) \cdot (\sigma_{sd}/f_{bd}) = 289,86\text{mm}$$

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd} = 202,8986\text{mm}$$

$$l_{bd} = 210\text{mm}$$

$$l_{b,min} = \max(0,3 \cdot l_{b,rqd}; 10\varnothing; 100\text{mm}) = 100\text{mm}$$

$$l_{b,min} \leq l_{bd}$$

$$100 \leq 210\text{mm}$$

**VYHOVÍ**

Návrh a posouzení výztuže pro  $m_{ED,y}^+ = 0,81 \text{ kNm}$  - dolní ohybová výztuž*Návrh*

$$\emptyset = 8\text{mm}$$

$$d = h - c_{\text{nom}} - \emptyset_X - \emptyset_Y/2 = 168\text{mm}$$

$$A_{s,\text{req}} = M_{\text{Ed}} / 0,9 \cdot d \cdot f_{yd} = 0,000012\text{m}^2$$

$$s_{\text{req}} = \pi \cdot \emptyset^2 / A_{s,\text{req}} \cdot 4 = 4,079517\text{m}$$

$$s = 190\text{mm}$$

$$A_s = (1000/s) \cdot (\pi \cdot \emptyset^2/4) = 0,000265\text{m}^2$$

**NÁVRH  $\emptyset 8 \text{ mm}/190\text{mm}$** *Posouzení*

$$F_s = A_s \cdot f_{yd} = 115,024\text{kN}$$

$$x = F_s / 0,8 \cdot b \cdot f_{cd} = 0,007189\text{m}$$

$$m_{Rd} = F_s(d - 0,4x) = 18,993\text{kNm}$$

$$m_{Ed,x}^+ = 0,81\text{kNm} \leq m_{Rd} = 18,993\text{kNm}$$

**VYHOVÍ**Konstrukční zásady*Minimální plocha výztuže*

$$f_{ctm} = 2,9\text{MPa}$$

$$a_{s,\text{min}} = \max(0,26 \cdot f_{ctm}/f_{yk} \cdot b_t \cdot d ; 0,0013 \cdot b_t \cdot d) = 0,000253\text{m}^2$$

$$a_{s,\text{max}} = 0,04 \cdot A_c = 0,008\text{m}^2$$

$$A_{s,\text{min}} \leq A_s \leq A_{s,\text{max}}$$

$$0,000253 \leq 0,000265 \leq 0,008\text{m}^2$$

**VYHOVÍ***Omezení výšky tlačené oblasti*

$$\xi = x/d = 0,0428$$

$$\xi_{\text{bal}} = 700/(700 + f_{yd}) = 0,6169$$

$$\xi \leq \xi_{\text{bal}}$$

$$0,0428 \leq 0,6169$$

**VYHOVÍ***Vzdálenost výztuže*

$$s_{\text{min}} = \max(1,2 \cdot \emptyset ; d_g + 5\text{mm} ; 20\text{mm}) = 20\text{mm}$$

$$s_{\text{max}} = \min(2h ; 250\text{mm}) = 250\text{mm}$$

$$s_{\text{min}} \leq s \leq s_{\text{max}}$$

$$20 \leq 190 \leq 250\text{mm}$$

**VYHOVÍ**

*Kotevní délka*

$$f_{ctk0,05} = 2\text{MPa}$$

$$\alpha_{ct} = 1,0$$

$$\sigma_{sd} = 434,78\text{MPa}$$

$$\eta_1 = 1,0$$

$$\eta_2 = 1,0 (\varnothing \leq 32\text{mm})$$

$$f_{ctd} = (\alpha_{ct} \cdot f_{ctk0,05}) / \gamma_c = 1,333333\text{MPa}$$

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd} = 3\text{MPa}$$

$$\alpha_1 = 1; \alpha_2 = 1; \alpha_3 = 1; \alpha_4 = 0,7; \alpha_5 = 1$$

$$l_{b,rqd} = (\varnothing/4) \cdot (\sigma_{sd}/f_{bd}) = 289,86\text{mm}$$

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd} = 202,8986\text{mm}$$

$$l_{bd} = 210\text{mm}$$

$$l_{b,min} = \max(0,3 \cdot l_{b,rqd}; 10\varnothing; 100\text{mm}) = 100\text{mm}$$

$$l_{b,min} \leq l_{bd}$$

$$100 \leq 210\text{mm}$$

**VYHOVÍ**

Návrh a posouzení výztuže pro  $m_{ED,x} = 4,61 \text{ kNm}$  - horní ohybová výztuž*Návrh*

$$\varnothing = 10\text{mm}$$

$$d = h - c_{\text{nom}} - \varnothing_x/2 = 175\text{mm}$$

$$A_{s,\text{req}} = M_{Ed} / 0,9 \cdot d \cdot f_{yd} = 0,000067\text{m}^2$$

$$s_{\text{req}} = \pi \cdot \varnothing^2 / A_{s,\text{req}} \cdot 4 = 1,166653\text{m}$$

$$s = 250\text{mm}$$

$$A_s = (1000/s) \cdot (\pi \cdot \varnothing^2/4) = 0,000314\text{m}^2$$

**NÁVRH  $\varnothing 10 \text{ mm}/250\text{mm}$**

*Posouzení*

$$F_s = A_s \cdot f_{yd} = 136,591\text{kN}$$

$$x = F_s / 0,8 \cdot b \cdot f_{cd} = 0,008537\text{m}$$

$$m_{Rd} = F_s(d - 0,4x) = 23,437\text{kNm}$$

$$m_{Ed,x} = 4,61\text{kNm} \leq m_{Rd} = 23,437\text{kNm}$$

**VYHOVÍ**

Konstrukční zásady*Minimální plocha výztuže*

$$f_{ctm} = 2,9\text{MPa}$$

$$a_{s,\text{min}} = \max(0,26 \cdot f_{ctm}/f_{yk} \cdot b_t \cdot d ; 0,0013 \cdot b_t \cdot d) = 0,000264\text{m}^2$$

$$a_{s,\text{max}} = 0,04 \cdot A_c = 0,008\text{m}^2$$

$$A_{s,\text{min}} \leq A_s \leq A_{s,\text{max}}$$

$$0,00026 \leq 0,000314 \leq 0,008\text{m}^2$$

**VYHOVÍ**

*Omezení výšky tlačené oblasti*

$$\xi = x/d = 0,0488$$

$$\xi_{\text{bal}} = 700/(700+f_{yd}) = 0,6169$$

$$\xi \leq \xi_{\text{bal}}$$

$$0,0488 \leq 0,6169$$

**VYHOVÍ**

*Vzdálenost výztuže*

$$s_{\text{min}} = \max(1,2 \cdot \varnothing ; d_g + 5\text{mm} ; 20\text{mm}) = 20\text{mm}$$

$$s_{\text{max}} = \min(2h ; 250\text{mm}) = 250\text{mm}$$

$$s_{\text{min}} \leq s \leq s_{\text{max}}$$

$$20 \leq 250 \leq 250\text{mm}$$

**VYHOVÍ**

*Kotevní délka*

$$f_{ctk0,05} = 2\text{MPa}$$

$$\alpha_{ct} = 1,0$$

$$\sigma_{sd} = 434,78\text{MPa}$$

$$\eta_1 = 1,0$$

$$\eta_2 = 1,0 (\varnothing \leq 32\text{mm})$$

$$f_{ctd} = (\alpha_{ct} \cdot f_{ctk0,05}) / \gamma_c = 1,333333\text{MPa}$$

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd} = 3\text{MPa}$$

$$\alpha_1 = 1; \alpha_2 = 1; \alpha_3 = 1; \alpha_4 = 0,7; \alpha_5 = 1$$

$$l_{b,rqd} = (\varnothing/4) \cdot (\sigma_{sd}/f_{bd}) = 362,32\text{mm}$$

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd} = 253,62\text{mm}$$

$$l_{bd} = 260\text{mm}$$

$$l_{b,min} = \max(0,3 \cdot l_{b,rqd}; 10\varnothing; 100\text{mm}) = 108,6957\text{mm}$$

$$l_{b,min} \leq l_{bd}$$

$$108,6957 \leq 260\text{mm}$$

**VYHOVÍ**

Návrh a posouzení výztuže pro  $m_{ED,y} = 2,20 \text{ kNm}$  - horní ohybová výztuž*Návrh*

$$\varnothing = 10\text{mm}$$

$$d = h - c_{\text{nom}} - \varnothing_X - \varnothing_Y/2 = 165\text{mm}$$

$$A_{s,\text{req}} = M_{Ed} / 0,9 \cdot d \cdot f_{yd} = 0,000034\text{m}^2$$

$$s_{\text{req}} = \pi \cdot \varnothing^2 / A_{s,\text{req}} \cdot 4 = 2,304973\text{m}$$

$$s = 250\text{mm}$$

$$A_s = (1000/s) \cdot (\pi \cdot \varnothing^2/4) = 0,000314\text{m}^2$$

**NÁVRH  $\varnothing 10 \text{ mm}/250\text{mm}$**

*Posouzení*

$$F_s = A_s \cdot f_{yd} = 136,591\text{kN}$$

$$x = F_s / 0,8 \cdot b \cdot f_{cd} = 0,008537\text{m}$$

$$m_{Rd} = F_s(d - 0,4x) = 22,071\text{kNm}$$

$$m_{Ed,y} = 2,20\text{kNm} \leq m_{Rd} = 22,071\text{kNm}$$

**VYHOVÍ**

Konstrukční zásady*Minimální plocha výztuže*

$$f_{ctm} = 2,9\text{MPa}$$

$$a_{s,\text{min}} = \max(0,26 \cdot f_{ctm}/f_{yk} \cdot b_t \cdot d ; 0,0013 \cdot b_t \cdot d) = 0,000249\text{m}^2$$

$$a_{s,\text{max}} = 0,04 \cdot A_c = 0,008\text{m}^2$$

$$A_{s,\text{min}} \leq A_s \leq A_{s,\text{max}}$$

$$0,000249 \leq 0,000314 \leq 0,008\text{m}^2$$

**VYHOVÍ**

*Omezení výšky tlačené oblasti*

$$\xi = x/d = 0,0517$$

$$\xi_{\text{bal}} = 700/(700+f_{yd}) = 0,6169$$

$$\xi \leq \xi_{\text{bal}}$$

$$0,0517 \leq 0,6169$$

**VYHOVÍ**

*Vzdálenost výztuže*

$$s_{\text{min}} = \max(1,2 \cdot \varnothing ; d_g + 5\text{mm} ; 20\text{mm}) = 20\text{mm}$$

$$s_{\text{max}} = \min(2h ; 250\text{mm}) = 250\text{mm}$$

$$s_{\text{min}} \leq s \leq s_{\text{max}}$$

$$20 \leq 250 \leq 250\text{mm}$$

**VYHOVÍ**

*Kotevní délka*

$$f_{ctk0,05} = 2\text{MPa}$$

$$\alpha_{ct} = 1,0$$

$$\sigma_{sd} = 434,78\text{MPa}$$

$$\eta_1 = 1,0$$

$$\eta_2 = 1,0 (\varnothing \leq 32\text{mm})$$

$$f_{ctd} = (\alpha_{ct} \cdot f_{ctk0,05}) / \gamma_c = 1,333333\text{MPa}$$

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd} = 3\text{MPa}$$

$$\alpha_1 = 1; \alpha_2 = 1; \alpha_3 = 1; \alpha_4 = 0,7; \alpha_5 = 1$$

$$l_{b,rqd} = (\varnothing/4) \cdot (\sigma_{sd}/f_{bd}) = 362,32\text{mm}$$

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd} = 253,6232\text{mm}$$

$$l_{bd} = 260\text{mm}$$

$$l_{b,min} = \max(0,3 \cdot l_{b,rqd}; 10\varnothing; 100\text{mm}) = 108,6957\text{mm}$$

$$l_{b,min} \leq l_{bd}$$

$$108,6957 \leq 260\text{mm}$$

**VYHOVÍ**



Návrh a posouzení smykové výstuže*Minimální návrhová únosnost ve smyku pro prvky bez smykové výstuže**Směr x*

$$V_{Rd,c,min} = (v_{min} + k_1 \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d = \mathbf{94,89kN}$$

rozhoduje

$$v_{min} = 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 542,218kPa$$

$$k = 1 + \sqrt{(200/d)} = 2,069 \leq 2$$

$$k = 2$$

$$\rho_l = A_{sl}/(b_w \cdot d) = 0,001795 \leq 0,02$$

$$k_1 = 0,15$$

$$\sigma_{cp} = 0 \text{Mpa} (N_{Ed} = 0kN)$$

*Návrhová hodnota únosnosti ve smyku*

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} k (100 \rho_l f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp}] b_w \cdot d = \mathbf{73,620kN}$$

$$C_{Rd,c} = 0,18/\gamma_c = 0,12$$

$$V_{Ed} = \mathbf{17,54kN} \leq V_{Rd,c} = \mathbf{94,888kN}$$

**VYHOVÍ****Není nutno navrhovat dodatečnou smykovou výstuž.***Směr y*

$$V_{Rd,c,min} = (v_{min} + k_1 \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d = \mathbf{89,47kN}$$

rozhoduje

$$v_{min} = 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 542,218kN$$

$$k = 1 + \sqrt{(200/d)} = 2,101 \leq 2$$

$$k = 2$$

$$\rho_l = A_{sl}/(b_w \cdot d) = 0,001904 \leq 0,02$$

$$k_1 = 0,15$$

$$\sigma_{cp} = 0 \text{Mpa} (N_{Ed} = 0kN)$$

*Návrhová hodnota únosnosti ve smyku*

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} k (100 \rho_l f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp}] b_w \cdot d = \mathbf{70,788kN}$$

$$C_{Rd,c} = 0,18/\gamma_c = 0,12$$

$$V_{Ed} = \mathbf{11,24kN} \leq V_{Rd,c} = \mathbf{89,466kN}$$

**VYHOVÍ****Není nutno navrhovat dodatečnou smykovou výstuž.**

## 3.7.3.2 Mezní stav použitelnosti

Omezení napětí

Vzhledem k prostředí XC1 není nutno omezení tlakových napětí.

Omezení trhlin

$$w_{\max} = 0,4\text{mm}$$

Při tloušťce desky 200mm a dodržení ustanovení z normy nejsou žádná zvláštní opatření pro omezení šířky trhlin.

Omezení průhybů

*Směr x*

$$l = 2250\text{mm}$$

$$d = 176\text{mm}$$

$$K = 1 \text{ dle Tab. 7.4N}$$

$$\rho = A_{s,\text{req}}/(b \cdot d) = 0,000134$$

$$\rho_0 = 10^{-3} \sqrt{f_{ck}} = 0,00548$$

$$\rho \leq \rho_0 \quad \textbf{PLATÍ}$$

$$\rho > \rho_0 \quad \textbf{NEPLATÍ}$$

$$\text{Výpočet se provede tedy dle vzorce: } \frac{l}{d} = K \left[ 11 + 1,5\sqrt{f_{ck}} \frac{\rho_0}{\rho} + 3,2\sqrt{f_{ck}} \left( \frac{\rho_0}{\rho} - 1 \right)^{3/2} \right]$$

$$(l/d)_{\max} = 4778,63\text{mm}$$

$$l/d = 12,78\text{mm} \leq (l/d)_{\max} = 4778,63\text{mm}$$

**VYHOVÍ**

**Lze tedy od výpočtu průhybů upustit.**

*Směr y*

$$l = 2100\text{mm}$$

$$d = 168\text{mm}$$

$$K = 1 \text{ dle Tab. 7.4N}$$

$$\rho = A_{s,\text{req}}/(b \cdot d) = 0,000073$$

$$\rho_0 = 10^{-3} \sqrt{f_{ck}} = 0,00548$$

$$\rho \leq \rho_0 \quad \textbf{PLATÍ}$$

$$\rho > \rho_0 \quad \textbf{NEPLATÍ}$$

$$\text{Výpočet se provede tedy dle vzorce: } \frac{l}{d} = K \left[ 11 + 1,5\sqrt{f_{ck}} \frac{\rho_0}{\rho} + 3,2\sqrt{f_{ck}} \left( \frac{\rho_0}{\rho} - 1 \right)^{3/2} \right]$$

$$(l/d)_{\max} = 11709,72\text{mm}$$

$$l/d = 12,50\text{mm} \leq (l/d)_{\max} = 11709,72\text{mm}$$

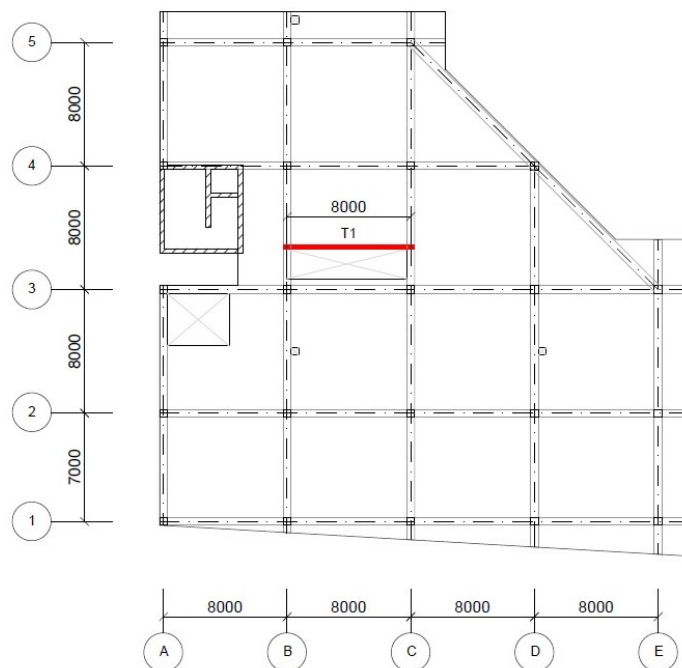
**VYHOVÍ**

**Lze tedy od výpočtu průhybů upustit.**

#### 4 Trám

Trám se nachází na hraně otvoru desky, kterým prochází schodiště ve výstavních prostorech. V dalších podlažích se tento otvor opakuje, aby umožnil vytvoření světlíku, který bude osvětlovat schodiště.

Trám je uložen na průvlaky přibližně v jedné třetině jejich rozpětí. Studie, ze které tato práce vychází, tento prvek neobsahovala. Trám byl ale do konstrukce přidán z důvodu snížení hodnoty ohybového momentu, který dosahoval hodnoty 64,59 kNm, což byla hodnota výrazně neúměrná k hodnotám v dalších polích desky. Tímto krokem se také výrazně redukoval průhyb na hraně otvoru.



*Schéma desky 2.NP – umístění trámu T1*

#### 4.1 Trám T1

##### Základní charakteristiky materiálů trámu

Popis	Velikost	Výpočet	Hodnota	Jednotka
Třída betonu - C30/37	$f_{ck}$	-	30	MPa
	$f_{cd}$	$f_{ck}/\gamma_c$	20	
	$E_{cm}$	-	32	GPa
	$\gamma_c$	-	1,5	-
	$f_{ctm}$	-	2,9	MPa
	$f_{ctk,0,05}$	-	2,0	
Třída oceli - B500B	$f_{yk}$	-	500	MPa
	$f_{yd}$	$f_{yk}/\gamma_s$	434,78	
	$E_s$	-	210	GPa
	$\gamma_s$	-	1,15	-

##### Rozměry trámu T1

Rozměry		
Délka	mm	8000
$h$	mm	550
$b_w$	mm	300

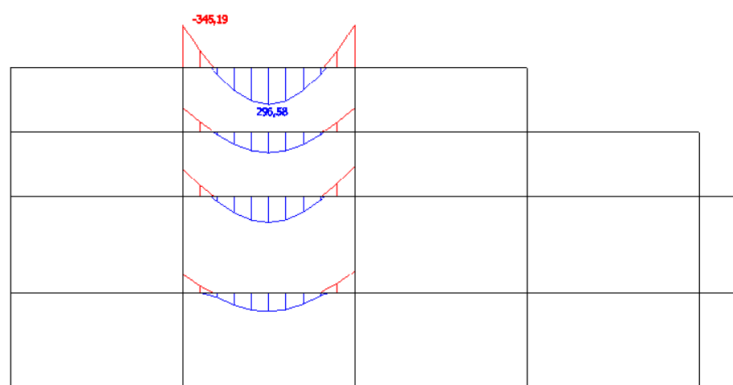
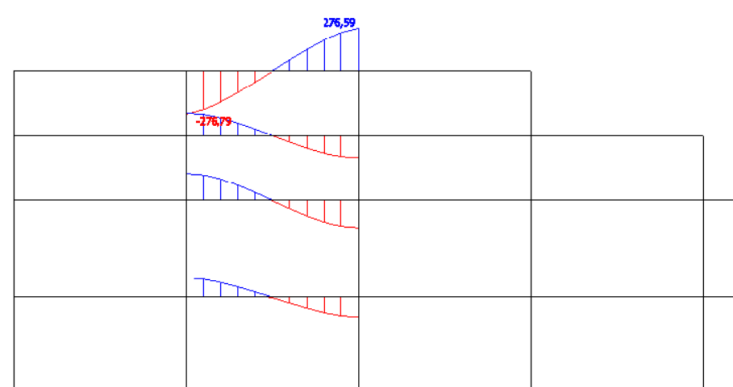
##### 4.1.1 Zatížení

###### 4.1.1.1 Zatížení stálé a vlastní tíhou konstrukce

Hodnoty stálého zatížení a zatížení vlastní tíhou jsou převzaty z kapitoly č. 2 – Zatížení. Vlastní tíhu trámu zavádí do výpočtu software Scia Engineer ve vlastním zatěžovacím stavu. Poloha vodorovných, svislých a dalších zatížení odpovídá schémátům uvedených v kapitolách definujících zatížení pro desky.

###### 4.1.1.2 Zatížení proměnné

Hodnoty proměnných zatížení jsou převzaty z kapitoly č. 2 – Zatížení. Poloha zatížení odpovídá schémátům uvedeným v kapitolách definujících zatížení pro desky.

4.1.2 Návrhové vnitřní síly*Ohybové momenty**Posouvající síly*

4.1.3 Návrh a posouzení*Návrhové vnitřní síly*

<i>Návrh. Vnitřní síly</i>		
$M_{Ed}^+$	$kN/m$	296,58
$M_{Ed}^-$	$kN/m$	345,19
$V_{Ed}$	$kN$	276,99

*Výpočet krytí - třmínky*

$$\varnothing_{tr} = 8mm$$

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 20mm$$

$$c_{min, tr} = \max(c_{min, b}; c_{min, dur} + \Delta c_{dur, \gamma} - \Delta c_{dur, st} - c_{dur, add}; 10mm) = 15mm$$

$$c_{min, b} = \varnothing = 8mm$$

$$c_{min, dur} = 15mm(XC1; S4)$$

$$c_{dur, \gamma} = 0mm$$

$$c_{dur, st} = 0mm$$

$$c_{dur, add} = 0mm$$

$$\Delta c_{dev} = 5mm$$

*Výpočet krytí - hlavní výztuž*

$$\varnothing = 28mm$$

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 35mm$$

$$c_{min, 1} = \max(c_{min, b}; c_{min, dur} + \Delta c_{dur, \gamma} - \Delta c_{dur, st} - c_{dur, add}; 10mm) = 28mm$$

$$c_{min, 2} = c_{min, tr} + \varnothing_{tr} = 23mm$$

$$c_{min} = \max(c_{min, 1}; c_{min, 2}) = 28mm$$

$$c_{min, b} = \varnothing = 28mm$$

$$c_{min, dur} = 15mm(XC1; S4)$$

$$c_{dur, \gamma} = 0mm$$

$$c_{dur, st} = 0mm$$

$$c_{dur, add} = 0mm$$

$$\Delta c_{dev} = 7mm$$

*Spolupůsobící šířka desky*

$$l_2 = 8000mm$$

$$l_1 = 0mm$$

$$l_{0,2} = 0,7 \cdot l_1 = 5600mm$$

$$l_{0,12} = 0,15 \cdot (l_1 + l_2) = 1200mm$$

$$l_0 = 5600 \text{ mm}$$

$$b_1 = 0 \text{ mm}$$

$$b_2 = 2700 \text{ mm}$$

$$b_w = 300 \text{ mm}$$

$$b_{\text{eff},1} = 0,2 \cdot b_1 + 0,1 \cdot l_0 = 0 \text{ mm}$$

$$b_{\text{eff},2} = 0,2 \cdot b_2 + 0,1 \cdot l_0 = 1100 \text{ mm}$$

$$b_{\text{eff},1} = 0 \leq 0,2 \cdot l_0 = 1120 \text{ mm}$$

$$\leq b_1 = 0 \text{ mm}$$

$$b_{\text{eff},2} = 1100 \leq 0,2 \cdot l_0 = 1120 \text{ mm}$$

$$\leq b_2 = 2700 \text{ mm}$$

$$b = b_1 + b_2 + b_w = 3000 \text{ mm}$$

$$b_{\text{eff}} = \sum b_{\text{eff},i} + b_w = 1400 \text{ mm} \leq b = 3000 \text{ mm}$$

VYHOVÍ

VYHOVÍ

VYHOVÍ

VYHOVÍ

VYHOVÍ

#### 4.1.3.1 Mezní stav únosnosti

Návrh výztuže pro  $M_{ED}^+ = 296,58 \text{ kNm}$  - dolní ohybová výztuž

*Návrh*

$$\varnothing_d = 20 \text{ mm}$$

$$d = h - c_{\text{nom}} - \varnothing_{d,\text{tr}}/2 = 505 \text{ mm}$$

$$A_{s,\text{req}} = M_{Ed} / 0,9 \cdot d \cdot f_{yd} = 0,00150 \text{ m}^2$$

$$n_{\text{req}} = A_{s,\text{req}} \cdot 4 / \pi \cdot \varnothing^2 = 4,777338 \text{ ks}$$

$$n = 5 \text{ ks}$$

$$A_s = n \cdot (\pi \cdot \varnothing^2 / 4) = 0,00157 \text{ m}^2$$

**NÁVRH 5/Ø20 mm**

*Posouzení*

$$F_s = A_s \cdot f_{yd} = 682,9549 \text{ kN}$$

$$x = F_s / \eta \cdot \lambda \cdot b_{\text{eff}} \cdot f_{cd} = 0,030489 \text{ m}$$

$$M_{Rd} = F_s (d - 0,4x) = 336,563 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed}^+ = 296,58 \text{ kNm} \leq M_{Rd} = 337 \text{ kNm}$$

VYHOVÍ

Konstrukční zásady*Minimální plocha výztuže*

$$f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$$

$$a_{s,min} = \max(0,26 \cdot f_{ctm}/f_{yk} \cdot b_{eff} \cdot d ; 0,0013 \cdot b_{eff} \cdot d) = 0,000228 \text{ m}^2$$

$$a_{s,max} = 0,04 \cdot A_c = 0,0066 \text{ m}^2$$

$$A_{s,min} \leq A_s \leq A_{s,max}$$

$$0,000228 \leq 0,00150 \leq 0,0066 \text{ m}^2$$

VYHOVÍ

*Omezení výšky tlačené oblasti*

$$\xi = x/d = 0,0604$$

$$\xi_{bal} = 700/(700 + f_{yd}) = 0,6169$$

$$\xi \leq \xi_{bal}$$

$$0,0604 \leq 0,6169$$

VYHOVÍ

*Vzdálenost výztuže*

$$s_{min} = \max(1,2 \cdot \emptyset ; d_g + 5 \text{ mm} ; 20 \text{ mm}) = 24 \text{ mm}$$

$$s_{max} = \min(2h ; 300 \text{ mm}) = 300 \text{ mm}$$

$$s_{osová} = (b_w - 2 \cdot c_{nom} - \emptyset)/n = 52,5 \text{ mm} \leq s_{max} = 300 \text{ mm}$$

VYHOVÍ

$$s_{světlá} = s_{osová} - \emptyset = 32,5 \text{ mm} \geq s_{min} = 24 \text{ mm}$$

VYHOVÍ

*Kotevní délka*

$$f_{ctk0,05} = 2 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{sd} = 434,78 \text{ MPa}$$

$$\alpha_{ct} = 1,0$$

$$\eta_1 = 1,0$$

$$\eta_2 = 1,0 (\emptyset \leq 32 \text{ mm})$$

$$f_{ctd} = (\alpha_{ct} \cdot f_{ctk0,05})/\gamma_c = 1,33 \text{ MPa}$$

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd} = 3 \text{ MPa}$$

$$\alpha_1 = 1; \alpha_2 = 1; \alpha_3 = 1; \alpha_4 = 0,7; \alpha_5 = 1$$

$$l_{b,rqd} = (\emptyset/4) \cdot (\sigma_{sd}/f_{bd}) = 724,64 \text{ mm}$$

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd} = 507,2464 \text{ mm}$$

$$l_{bd} = 510 \text{ mm}$$

$$l_{b,min} = \max(0,3 \cdot l_{b,rqd} ; 10\emptyset ; 100 \text{ mm}) = 217,3913 \text{ mm}$$

$$l_{b,min} \leq l_{bd}$$

$$217,391 \leq 510 \text{ mm}$$

VYHOVÍ



Návrh výztuže pro  $M_{ED} = 345,19 \text{ kNm}$  - horní ohybová výztuž*Návrh*

$$\varnothing_h = 28 \text{ mm}$$

$$d = h - c_{\text{nom},d} - \varnothing_{x,d} - \varnothing_{y,\text{pr}} - \varnothing_{h,\text{tr}}/2 = 459 \text{ mm}$$

$$A_{s,\text{req}} = M_{Ed} / 0,9 \cdot d \cdot f_{yd} = 0,00192 \text{ m}^2$$

$$n_{\text{req}} = A_{s,\text{req}} \cdot 4 / \pi \cdot \varnothing^2 = 3,121224 \text{ ks}$$

$$n = 4 \text{ ks}$$

$$A_s = n \cdot (\pi \cdot \varnothing^2 / 4) = 0,00246 \text{ m}^2$$

**NÁVRH 4/Ø28 mm**

*Posouzení*

$$F_s = A_s \cdot f_{yd} = 1070,873 \text{ kN}$$

$$x = F_s / \eta \cdot \lambda \cdot b \cdot f_{cd} = 0,223099 \text{ m}$$

$$M_{Rd} = F_s(d - 0,4x) = 395,967 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed} = 345,19 \text{ kNm} \leq M_{Rd} = 395,967 \text{ kNm}$$

**VYHOVÍ**

Konstrukční zásady*Minimální plocha výztuže*

$$f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$$

$$a_{s,\text{min}} = \max(0,26 \cdot f_{ctm} / f_{yk} \cdot b_w \cdot d ; 0,0013 \cdot b_w \cdot d) = 0,00021 \text{ m}^2$$

$$a_{s,\text{max}} = 0,04 \cdot A_c = 0,0066 \text{ m}^2$$

$$A_{s,\text{min}} \leq A_s \leq A_{s,\text{max}}$$

$$0,000208 \leq 0,00246 \leq 0,0066 \text{ m}^2$$

**VYHOVÍ**

*Omezení výšky tlačené oblasti*

$$\xi = x/d = 0,4861$$

$$\xi_{\text{bal}} = 700 / (700 + f_{yd}) = 0,6169$$

$$\xi \leq \xi_{\text{bal}}$$

$$0,4861 \leq 0,6169$$

**VYHOVÍ**

*Vzdálenost výztuže*

$$s_{\text{min}} = \max(1,2 \cdot \varnothing ; d_g + 5 \text{ mm} ; 20 \text{ mm}) = 33,6 \text{ mm}$$

$$s_{\text{max}} = \min(2h ; 300 \text{ mm}) = 300 \text{ mm}$$

$$s_{\text{osová}} = (b_w - 2 \cdot c_{\text{nom}} - \varnothing) / n - 1 = 67,33 \text{ mm} \leq s_{\text{max}} = 300 \text{ mm}$$

**VYHOVÍ**

$$s_{\text{světlá}} = s_{\text{osová}} - \varnothing = 39,33 \text{ mm} \geq s_{\text{min}} = 33,6 \text{ mm}$$

**VYHOVÍ**

*Kotevní délka*

$$f_{ctk0,05} = 2\text{MPa}$$

$$\sigma_{sd} = 434,78\text{MPa}$$

$$\alpha_{ct} = 1,0$$

$$\eta_1 = 1,0$$

$$\eta_2 = 1,0 (\varnothing \leq 32\text{mm})$$

$$f_{ctd} = (\alpha_{ct} \cdot f_{ctk0,05}) / \gamma_c = 1,33\text{MPa}$$

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd} = 3\text{MPa}$$

$$\alpha_1 = 1; \alpha_2 = 1; \alpha_3 = 1; \alpha_4 = 0,7; \alpha_5 = 1$$

$$l_{b,rqd} = (\varnothing/4) \cdot (\sigma_{sd}/f_{bd}) = 1014,49\text{mm}$$

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd} = 710,1449\text{mm}$$

$$l_{bd} = 720\text{mm}$$

$$l_{b,min} = \max(0,3 \cdot l_{b,rqd}; 10\varnothing; 100\text{mm}) = 304,3478\text{mm}$$

$$l_{b,min} \leq l_{bd}$$

$$304,348 \leq 720\text{mm}$$

**VYHOVÍ**

Návrh a posouzení smykové výztuže*Minimální návrhová únosnost ve smyku pro prvky bez smykové výztuže*

$$V_{Rd,c,min} = (v_{min} + k_1 \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d = 67,66 \text{ kN}$$

$$v_{min} = 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 410,043 \text{ kPa}$$

$$k = 1 + \sqrt{(200/d)} = 1,660 \leq 2$$

$$\rho_I = A_{sl}/(b_w \cdot d) = 0,014927 \leq 0,02$$

$$k_1 = 0,15$$

$$\sigma_{cp} = 0 \text{ Mpa} (N_{Ed} = 0 \text{ kN})$$

*Návrhová hodnota únosnosti ve smyku*

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} k (100 \rho_I f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp}] b_w \cdot d = 116,726 \text{ kN}$$

rozhoduje

$$C_{Rd,c} = 0,18/\gamma_c = 0,12$$

$$V_{Ed} = 276,99 \text{ kN} \leq V_{Rd,c} = 116,726 \text{ kN}$$

**NEVYHOVÍ****Je třeba navrhnout dodatečnou smykovou výztuž***Návrh smykové výztuže*

$$\emptyset = 8 \text{ mm}$$

$$n = 4 (\text{čtyřstržňné třmínky})$$

$$d = h - c_{nom,tř} - \emptyset_{tř}/2 = 526 \text{ mm}$$

$$\theta = 45^\circ$$

$$\cot \theta = 1$$

$$\tan \theta = 1,4$$

$$s_w = 130 \text{ mm}$$

$$A_{sw} = n \cdot ((\pi \cdot \emptyset_w^2)/4) = 201,0619 \text{ mm}^2$$

$$z = 0,9d = 473,4 \text{ mm}$$

$$f_{ywd} = 434,78 \text{ MPa}$$

*Únosnost ve smyku*

$$V_{Rd,s} = (A_{sw}/s) \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \cot \theta = 318,3368 \text{ kN}$$

rozhoduje

$$\alpha_{cw} = 1$$

$$v_1 = 0,6 \cdot (1 - (f_{ck}/250)) = 0,528$$

$$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd}/(\cot \theta + \tan \theta) = 749,8656 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = 276,99 \text{ kN} \leq V_{Rd} = 318,337 \text{ kN}$$

**VYHOVÍ****NÁVRH čtyřstržňné třmínky Ø8/130 mm**

Konstrukční zásady*Minimální stupeň vyztužení*

$$\rho_{sw} = A_{sw}/(s \cdot b_w) = 0,005155$$

$$\rho_{sw,min} = (0,08 \cdot \sqrt{f_{ck}})/f_{yk} = 0,000876$$

$$\rho_{sw} \geq \rho_{sw,min}$$

$$0,005155 \geq 0,000876$$

VYHOVÍ

*Maximální příčná vzdálenost větví třmínků*

$$s_t = b_w - 2 \cdot c_{nom,tř} - \emptyset_{tř} = 252\text{mm}$$

$$s_{t,max} = \min(0,75d; 600) = 394,5\text{mm}$$

$$s_t \leq s_{t,max}$$

$$252 \leq 394,5\text{mm}$$

VYHOVÍ

*Maximální podélná osová vzdálenost třmínků*

$$s_{l,max} = \min(0,75d; 400) = 394,5\text{mm}$$

$$s_w \leq s_{l,max}$$

$$130 \leq 394,5\text{mm}$$

VYHOVÍ

## 4.1.3.2 Mezní stav použitelnosti

*Výpočet účinného rozpětí trámu:*

$$l_{\text{eff}} = l_n + a_1 + a_2 = 8000 \text{ mm}$$

$$l_n = 7500 \text{ mm}$$

$$a_1 = \min(1/2h; 1/2t) = 250 \text{ mm} = 500 \text{ mm (uložení na průvlak)}$$

$$a_2 = \min(1/2h; 1/2t) = 250 \text{ mm} = 500 \text{ mm (uložení na průvlak)}$$

*Návrh konstrukční výstuže*

$$\varnothing = 14 \text{ mm}$$

$$d = h - c_{\text{nom}} - \varnothing/2 = 508 \text{ mm}$$

$$A_s = n \cdot (\pi \cdot \varnothing^2/4) = 0,00062 \text{ m}^2$$

$$n = 4$$

$$\rho' = A_s/(b_w \cdot d) = 0,00404$$

Omezení průhybů

$$l = 8000 \text{ mm}$$

$$d = 505 \text{ mm}$$

$$K = 1,0$$

$$\rho = A_{s,\text{req}}/(b_w \cdot d) = 0,00991$$

$$\rho_0 = 10^{-3} \sqrt{f_{ck}} = 0,00548$$

$$\rho \leq \rho_0 \text{ NEPLATÍ}$$

$$\rho > \rho_0 \text{ PLATÍ}$$

$$\text{Výpočet se tedy provede dle vzorce } \frac{l}{d} = K \left[ 11 + 1,5 \sqrt{f_{ck}} \frac{\rho_0}{\rho - \rho'} + \frac{1}{12} \sqrt{f_{ck}} \left( \frac{\rho}{\rho_0} \right) \right] \cdot 7/l_{\text{eff}}$$

Pro nosníky s rozpětím větším jak 7m:

$$7/l_{\text{eff}} = 0,875$$

$$(l/d)_{\text{max}} = 16,23 \text{ mm}$$

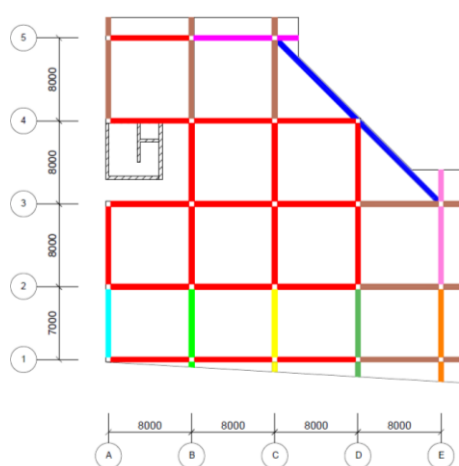
$$l/d = 15,84 \text{ mm} \leq (l/d)_{\text{max}} = 16,23 \text{ mm}$$

**Lze tedy od výpočtu průhybů upustit****VYHOVÍ**

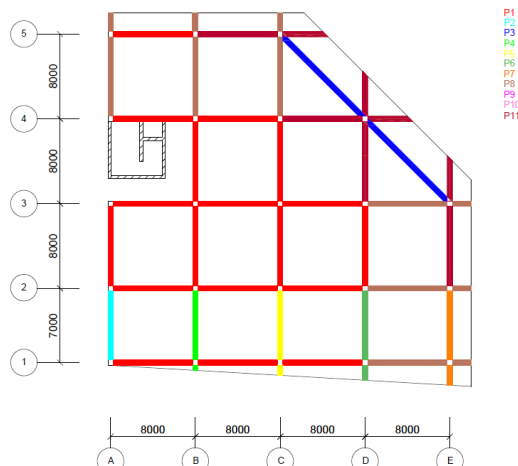
## 5 Průvlaky

Pro účely výpočtu byly průvlaky spojitě procházející nad sloupy rozděleny na části podle odhadovaného statického působení. Vznikly tak dílčí průvlaky působící jako prostý nosník a průvlaky působící jako nosník s převislým koncem. Tímto rozdělením vzniklo 11 typů průvlaků opakujících se po výšce budovy. Pro samotný výpočet byly vybrány průvlaky P1 opakující se v každém podlaží a atypické průvlaky P11 a P3. Pro výpočet průvlaků bylo možno použít náhrady šířky průřezu  $b$  za efektivní šířku  $b_{\text{eff}}$ . Vzhledem k proměnné šířce příruby tvořené přilehlými deskami u průvlaků na krajích budovy a průvlaků vnitřních se od výpočtu s použitím  $b_{\text{eff}}$  upustilo. Tato metoda je pro demonstraci použita při výpočtu průvlaku P3, kde se jako výchozí bral průvlak v 1.NP(s přírubou na jedné straně).

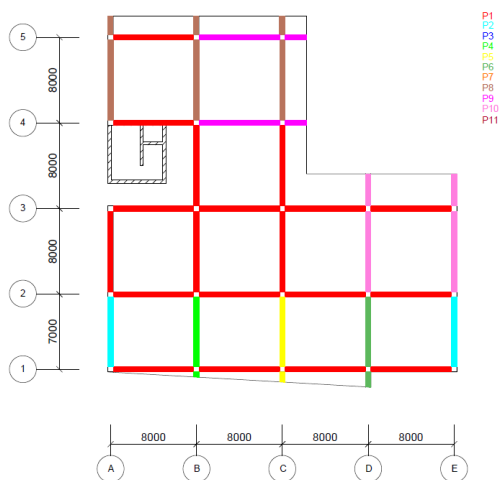
Výpočet průvlaků byl proveden pro dva směry z důvodu křížení výztuže v místě nad sloupy od vzájemně kolmých průvlaků. Výpočet ověřoval správné navržení výztuže ve vztahu k rozdílným účinným výškám  $d$  průřezu pro průvlaky jdoucí různými směry.



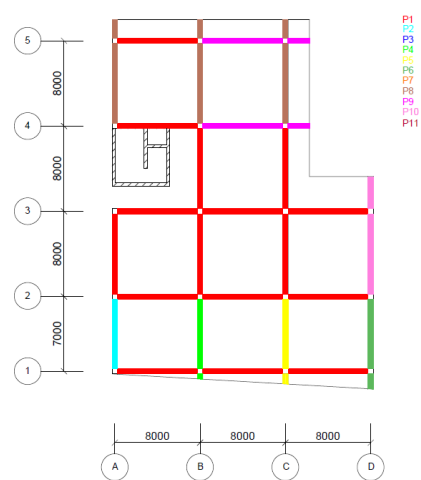
*Průvlaky 1.NP - rozdělení*



*Průvlaky 2.NP - rozdělení*



*Průvlaky 3.NP - rozdělení*



*Průvlaky 4.NP - rozdělení*

## Výpis dílčích průvleků

Prvek	Rozměry			Počet		Rozdělení		Max. hodnoty vn. sil			Návrh. hodn. vn. sil		
	délka	h	b	ks		směr x	směr y	$M_{Ed}^+$	$M_{Ed}^-$	$V_{Ed}$	$M_{Ed}^+$	$M_{Ed}^-$	$V_{Ed}$
	mm	mm	mm					kN/m	kN/m	kN	kN/m	kN/m	kN
P1	8000	700	500	1.NP	20	13	7	594	893	513	594	893	513
				2.NP	17	11	6	481	754	435			
				3.NP	19	14	5	403	622	513			
				4.NP	16	11	5	430	700	491			
P2	7000	700	500	1.NP	1	-	1	256	274	240	256	302	240
				2.NP	1	-	1	214	247	206			
				3.NP	2	-	2	159	302	179			
				4.NP	1	-	1	166	262	181			
P3	11300	700	500	1.NP	2	2		415	726	308	510	858	345
				2.NP	2	2		510	858	345			
				3.NP	0	-		-					
				4.NP	0	-		-					
P4	7730	700	500	1.NP	1	-	1	342	582	372	342	582	372
				2.NP	1	-	1	310	527	352			
				3.NP	1	-	1	236	444	293			
				4.NP	1	-	1	288	466	307			
P5	8190	700	500	1.NP	1	-	1	331	644	385	331	644	385
				2.NP	1	-	1	302	582	364			
				3.NP	1	-	1	233	455	295			
				4.NP	1	-	1	282	479	309			
P6	8660	700	500	1.NP	1	-	1	322	644	378	322	644	378
				2.NP	1	-	1	300	624	374			
				3.NP	1	-	1	284	561	357			
				4.NP	1	-	1	162	301	190			
P7	9130	700	500	1.NP	1	-	1	299	595	355	299	595	355
				2.NP	1	-	1	265	541	339			
				3.NP	0	-	-	-					
				4.NP	0	-	-	-					
P8	10000	700	500	1.NP	6	3	3	550	779	476	550	779	476
				2.NP	6	3	3	422	701	423			
				3.NP	3	-	3	337	570	348			
				4.NP	3	-	3	406	660	383			
P9	10250	700	500	1.NP	1	1	-	460	722	440	471	722	440
				2.NP	0	-	-	-					
				3.NP	2	2	-	332	489	302			
				4.NP	2	2	-	471	520	338			
P10	11250	700	500	1.NP	1	-	1	458	785	438	458	820	455
				2.NP	0	-	-	-					
				3.NP	2	-	2	400	820	455			
				4.NP	1	-	1	200	408	224			
P11	12250	700	500	1.NP	0	-	-	-			346	852	434
				2.NP	4	2	2	346	852	434			
				3.NP	0	-	-	-					
				4.NP	0	-	-	-					

*Základní charakteristiky materiálů průvlaků*

<i>Popis</i>	<i>Veličina</i>	<i>Výpočet</i>	<i>Hodnota</i>	<i>Jednotka</i>
<i>Třída betonu - C30/37</i>	$f_{ck}$	-	30	<i>MPa</i>
	$f_{cd}$	$f_{ck}/\gamma_c$	20	
	$E_{cm}$	-	32	<i>GPa</i>
	$\gamma_c$	-	1,5	-
	$f_{ctm}$	-	2,9	<i>MPa</i>
	$f_{ctk,0,05}$	-	2,0	
<i>Třída oceli - B500B</i>	$f_{yk}$	-	500	<i>MPa</i>
	$f_{yd}$	$f_{yk}/\gamma_s$	434,78	
	$E_s$	-	210	<i>GPa</i>
	$\gamma_s$	-	1,15	-

**5.1 Průvlak P1***Rozměry průvlaku*

<i>Rozměry</i>		
<i>Délka</i>	<i>mm</i>	<i>8000</i>
<i>h</i>	<i>mm</i>	<i>700</i>
<i>b<sub>w</sub></i>	<i>mm</i>	<i>500</i>

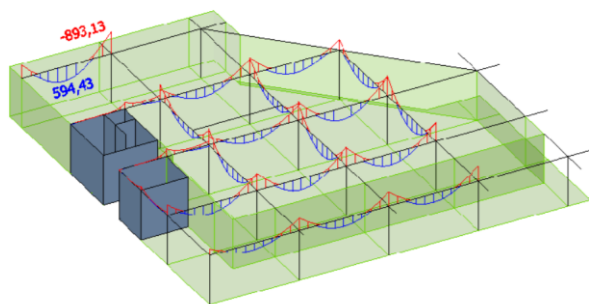
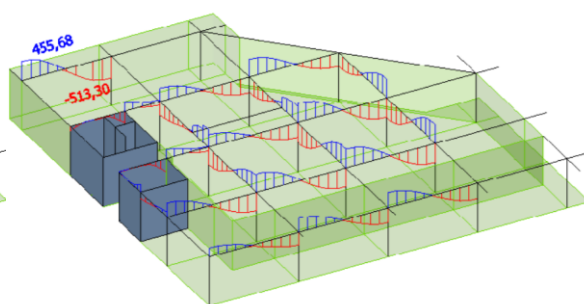
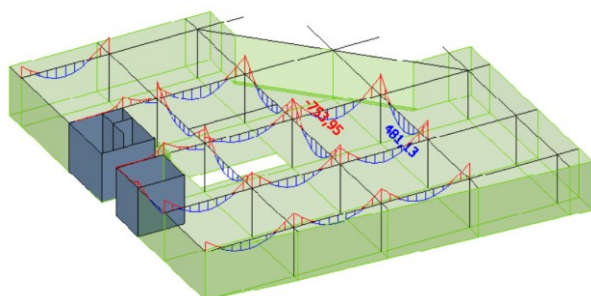
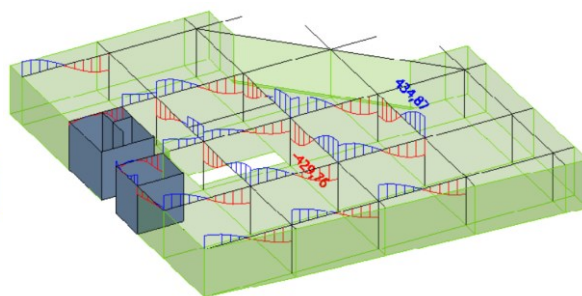
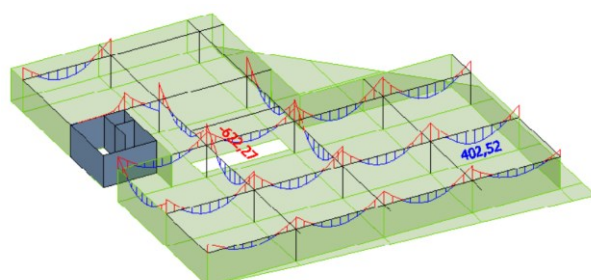
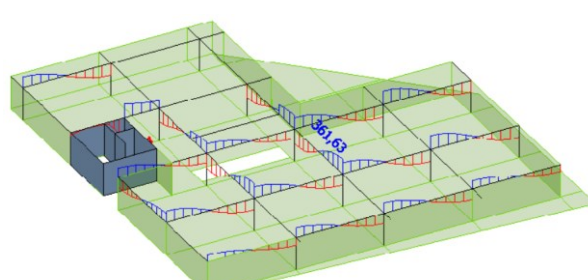
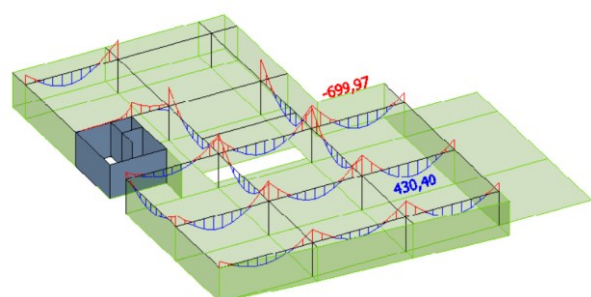
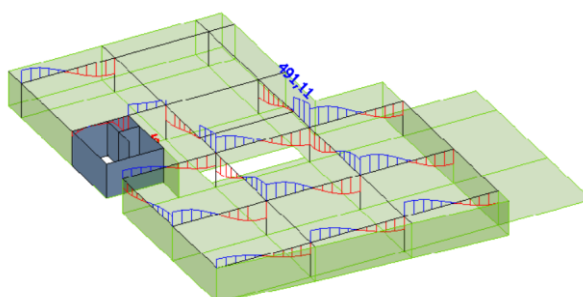
**5.1.1 Zatížení****5.1.1.1 Zatížení stálé a vlastní tíhou konstrukce**

Hodnoty stálého zatížení a zatížení vlastní tíhou jsou převzaty z kapitoly č. 2 – Zatížení. Vlastní tíhu průvlaků zavádí do výpočtu software Scia Engineer ve vlastním zatěžovacím stavu. Poloha vodorovných, svislých a dalších zatížení odpovídá schémátům uvedených v kapitolách definujících zatížení pro desky.

**5.1.1.2 Zatížení proměnné**

Hodnoty proměnných zatížení jsou převzaty z kapitoly č. 2 – Zatížení. Poloha zatížení odpovídá schémátům uvedeným v kapitolách definujících zatížení pro desky.



5.1.2 Návrhové vnitřní síly*Ohybové momenty - 1.NP**Posouvající síly - 1.NP**Ohybové momenty - 2.NP**Posouvající síly - 2.NP**Ohybové momenty - 3.NP**Posouvající síly - 3.NP**Ohybové momenty - 4.NP**Posouvající síly - 4.NP*

### 5.1.3 Návrh a posouzení

#### 5.1.3.1 Mezní stav únosnosti – směr x

*Návrhové vnitřní síly*

<i>Návrh. Vnitřní síly</i>		
$M_{Ed}^+$	$kN/m$	594
$M_{Ed}^-$	$kN/m$	893
$V_{Ed}$	$kN$	513

*Výpočet krytí - třmínky*

$$\varnothing_{tr} = 8mm$$

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 30mm$$

$$c_{min,tr} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - c_{dur,add}; 10mm) = 25mm$$

$$c_{min,b} = \varnothing = 8mm$$

$$c_{min,dur} = 25mm(XC3;S4)$$

$$c_{dur,\gamma} = 0mm$$

$$c_{dur,st} = 0mm$$

$$c_{dur,add} = 0mm$$

$$\Delta c_{dev} = 5mm$$

*Výpočet krytí - hlavní výztuž*

$$\varnothing = 32mm$$

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 40mm$$

$$c_{min,1} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - c_{dur,add}; 10mm) = 32mm$$

$$c_{min,2} = c_{min,tr} + \varnothing_{tr} = 33mm$$

$$c_{min} = \max(c_{min,1}; c_{min,2}) = 33mm$$

$$c_{min,b} = \varnothing = 32mm$$

$$c_{min,dur} = 25mm(XC3;S4)$$

$$c_{dur,\gamma} = 0mm$$

$$c_{dur,st} = 0mm$$

$$c_{dur,add} = 0mm$$

$$\Delta c_{dev} = 7mm$$

Návrh výztuže pro  $M_{ED}^+ = 594 \text{ kNm}$  - dolní ohybová výztuž*Návrh*

$$\emptyset = 22\text{mm}$$

$$d = h - c_{\text{nom}} - \emptyset_{x,\text{pr}}/2 = 649\text{mm}$$

$$A_{s,\text{req}} = M_{ED} / 0,9 \cdot d \cdot f_{yd} = 0,00234\text{m}^2$$

$$n_{\text{req}} = A_{s,\text{req}} \cdot 4 / \pi \cdot \emptyset^2 = 6,15307\text{ks}$$

$$n = 7\text{ks}$$

$$A_s = n \cdot (\pi \cdot \emptyset^2 / 4) = 0,00266\text{m}^2$$

**NÁVRH 7/Ø25 mm**

*Posouzení*

$$F_s = A_s \cdot f_{yd} = 1156,926\text{kN}$$

$$x = F_s / \eta \cdot \lambda \cdot b \cdot f_{cd} = 0,144616\text{m}$$

$$M_{Rd} = F_s(d - 0,4x) = 683,921\text{kNm}$$

$$M_{ED}^+ = 594\text{kNm} \leq M_{Rd} = 684\text{kNm}$$

**VYHOVÍ**

Konstrukční zásady*Minimální plocha výztuže*

$$f_{ctm} = 2,9\text{MPa}$$

$$a_{s,\text{min}} = \max(0,26 \cdot f_{ctm}/f_{yk} \cdot b_w \cdot d ; 0,0013 \cdot b_w \cdot d) = 0,000635\text{m}^2$$

$$a_{s,\text{max}} = 0,04 \cdot A_c = 0,0140\text{m}^2$$

$$A_{s,\text{min}} \leq A_s \leq A_{s,\text{max}}$$

$$0,000635 \leq 0,00234 \leq 0,0140\text{m}^2$$

**VYHOVÍ**

*Omezení výšky tlačené oblasti*

$$\xi = x/d = 0,2228$$

$$\xi_{\text{bal}} = 700/(700 + f_{yd}) = 0,6169$$

$$\xi \leq \xi_{\text{bal}}$$

$$0,2228 \leq 0,6169$$

**VYHOVÍ**

*Vzdálenost výztuže*

$$s_{\text{min}} = \max(1,2 \cdot \emptyset ; d_g + 5\text{mm} ; 20\text{mm}) = 26,4\text{mm}$$

$$s_{\text{max}} = \min(2h ; 300\text{mm}) = 300\text{mm}$$

$$s_{\text{osová}} = (b_w - 2 \cdot c_{\text{nom}} - \emptyset)/n = 66,3333\text{mm} \leq s_{\text{max}} = 300\text{mm}$$

**VYHOVÍ**

$$s_{\text{světlá}} = s_{\text{osová}} - \emptyset = 44,3333\text{mm} \geq s_{\text{min}} = 26,4\text{mm}$$

**VYHOVÍ**

*Kotevní délka*

$$f_{ctk0,05} = 2\text{MPa}$$

$$\sigma_{sd} = 434,78\text{MPa}$$

$$\alpha_{ct} = 1,0$$

$$\eta_1 = 1,0$$

$$\eta_2 = 1,0 (\varnothing \leq 32\text{mm})$$

$$f_{ctd} = (\alpha_{ct} \cdot f_{ctk0,05}) / \gamma_c = 1,33\text{MPa}$$

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd} = 3\text{MPa}$$

$$\alpha_1 = 1; \alpha_2 = 1; \alpha_3 = 1; \alpha_4 = 0,7; \alpha_5 = 1$$

$$l_{b,rqd} = (\varnothing/4) \cdot (\sigma_{sd} / f_{bd}) = 797,10\text{mm}$$

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd} = 557,971\text{mm}$$

$$l_{bd} = 640\text{mm}$$

$$l_{b,min} = \max(0,3 \cdot l_{b,rqd}; 10\varnothing; 100\text{mm}) = 239,1304\text{mm}$$

$$l_{b,min} \leq l_{bd}$$

$$239,13 \leq 640\text{mm}$$

VYHOVÍ

Návrh výztuže pro  $M_{ED} = 893\text{ kNm}$  - horní ohybová výztuž*Návrh*

$$\varnothing = 32\text{mm}$$

$$d = h - c_{nom,d} - \varnothing_{x,d} - \varnothing_{y,d} - \varnothing/2 = 627\text{mm}$$

$$A_{s,req} = M_{Ed} / 0,9 \cdot d \cdot f_{yd} = 0,00364\text{m}^2$$

$$n_{req} = A_{s,req} \cdot 4 / \pi \cdot \varnothing^2 = 4,525634\text{ks}$$

$$n = 6\text{ks}$$

$$A_s = n \cdot (\pi \cdot \varnothing^2 / 4) = 0,00483\text{m}^2$$

$$\text{NÁVRH } 6/\varnothing 32\text{ mm}$$

*Posouzení*

$$F_s = A_s \cdot f_{yd} = 2098,038\text{kN}$$

$$x = F_s / \eta \cdot \lambda \cdot b \cdot f_{cd} = 0,262255\text{m}$$

$$M_{Rd} = F_s(d - 0,4x) = 1095,381\text{kNm}$$

$$M_{Ed} = 893\text{kNm} \leq M_{Rd} = 1095,38\text{kNm}$$

VYHOVÍ

Konstrukční zásady*Minimální plocha výztuže*

$$f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$$

$$a_{s,min} = \max(0,26 \cdot f_{ctm}/f_{yk} \cdot b_w \cdot d ; 0,0013 \cdot b_w \cdot d) = 0,00047 \text{ m}^2$$

$$a_{s,max} = 0,04 \cdot A_c = 0,0140 \text{ m}^2$$

$$A_{s,min} \leq A_s \leq A_{s,max}$$

$$0,000473 \leq 0,00483 \leq 0,0140 \text{ m}^2$$

VYHOVÍ

*Omezení výšky tlačené oblasti*

$$\xi = x/d = 0,4183$$

$$\xi_{bal} = 700/(700 + f_{yd}) = 0,6169$$

$$\xi \leq \xi_{bal}$$

$$0,4183 \leq 0,6169$$

VYHOVÍ

*Vzdálenost výztuže*

$$s_{min} = \max(1,2 \cdot \emptyset ; d_g + 5 \text{ mm} ; 20 \text{ mm}) = 38,4 \text{ mm}$$

$$s_{max} = \min(2h ; 300 \text{ mm}) = 300 \text{ mm}$$

$$s_{osová} = (b_w - 2 \cdot c_{nom} - \emptyset)/n - 1 = 77,6 \text{ mm} \leq s_{max} = 300 \text{ mm}$$

VYHOVÍ

$$s_{světlá} = s_{osová} - \emptyset = 45,6 \text{ mm} \geq s_{min} = 38,4 \text{ mm}$$

VYHOVÍ

*Kotevní délka*

$$f_{ctk0,05} = 2 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{sd} = 434,78 \text{ MPa}$$

$$\alpha_{ct} = 1,0$$

$$\eta_1 = 1,0$$

$$\eta_2 = 1,0 (\emptyset \leq 32 \text{ mm})$$

$$f_{ctd} = (\alpha_{ct} \cdot f_{ctk0,05})/\gamma_c = 1,33 \text{ MPa}$$

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd} = 3 \text{ MPa}$$

$$\alpha_1 = 1; \alpha_2 = 1; \alpha_3 = 1; \alpha_4 = 0,7; \alpha_5 = 1$$

$$l_{b,rqd} = (\emptyset/4) \cdot (\sigma_{sd}/f_{bd}) = 1159,42 \text{ mm}$$

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd} = 811,5942 \text{ mm}$$

$$l_{bd} = 770 \text{ mm}$$

$$l_{b,min} = \max(0,3 \cdot l_{b,rqd} ; 10\emptyset ; 100 \text{ mm}) = 347,8261 \text{ mm}$$

$$l_{b,min} \leq l_{bd}$$

$$347,826 \leq 770 \text{ mm}$$

VYHOVÍ

Návrh a posouzení smykové výztuže*Minimální návrhová únosnost ve smyku pro prvky bez smykové výztuže*

$$V_{Rd,c,min} = (v_{min} + k_1 \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d = 131,33 \text{ kN}$$

$$v_{min} = 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 375,240 \text{ kPa}$$

$$k = 1 + \sqrt{(200/d)} = 1,565 \leq 2$$

$$\rho_I = A_{sl}/(b_w \cdot d) = 0,013787 \leq 0,02$$

$$k_1 = 0,15$$

$$\sigma_{cp} = 0 \text{ Mpa} (N_{Ed} = 0 \text{ kN})$$

*Návrhová hodnota únosnosti ve smyku*

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} k (100 \rho_I f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp}] b_w \cdot d = 227,284 \text{ kN}$$

rozhoduje

$$C_{Rd,c} = 0,18/\gamma_c = 0,12$$

$$V_{Ed} = 528 \text{ kN} \leq V_{Rd,c} = 227,284 \text{ kN}$$

**NEVYHOVÍ****Je třeba navrhnout dodatečnou smykovou výztuž***Návrh smykové výztuže*

$$\emptyset = 8 \text{ mm}$$

$$n = 4 (\text{čtyřstržňné třmínky})$$

$$d = h - c_{nom,tř} - \emptyset_{tř}/2 = 666 \text{ mm}$$

$$\theta = 45^\circ$$

$$\cot \theta = 1$$

$$\tan \theta = 10,4$$

$$s_w = 90 \text{ mm}$$

$$A_{sw} = n \cdot ((\pi \cdot \emptyset_w^2)/4) = 201,0619 \text{ mm}^2$$

$$z = 0,9d = 599,4 \text{ mm}$$

$$f_{ywd} = 434,78 \text{ MPa}$$

*Únosnost ve smyku*

$$V_{Rd,s} = (A_{sw}/s) \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \cot \theta = 582,2054 \text{ kN}$$

rozhoduje

$$\alpha_{cw} = 1$$

$$v_1 = 0,6 \cdot (1 - (f_{ck}/250)) = 0,528$$

$$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd}/(\cot \theta + \tan \theta) = 1582,416 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = 528 \text{ kN} \leq V_{Rd} = 582,205 \text{ kN}$$

**VYHOVÍ****NÁVRH čtyřstržňné třmínky Ø8/90 mm**

Konstrukční zásady*Minimální stupeň vyztužení*

$$\rho_{sw} = A_{sw}/(s \cdot b_w) = 0,004468$$

$$\rho_{sw,min} = (0,08 \cdot \sqrt{f_{ck}})/f_{yk} = 0,000876$$

$$\rho_{sw} \geq \rho_{sw,min}$$

$$0,004468 \geq 0,000876$$

VYHOVÍ

*Maximální příčná vzdálenost větví třmínků*

$$s_t = b_w - 2 \cdot c_{nom,tř} - \emptyset_{tř} = 432\text{mm}$$

$$s_{t,max} = \min(0,75d; 600) = 499,5\text{mm}$$

$$s_t \leq s_{t,max}$$

$$432 \leq 499,5\text{mm}$$

VYHOVÍ

*Maximální podélná osová vzdálenost třmínků*

$$s_{l,max} = \min(0,75d; 400) = 400\text{mm}$$

$$s_w \leq s_{l,max}$$

$$90 \leq 400\text{mm}$$

VYHOVÍ

## 5.1.3.2 Mezní stav použitelnosti – směr x

*Výpočet účinného rozpětí průvlaku:*

$$l_{\text{eff}} = l_n + a_1 + a_2 = 8000 \text{ mm}$$

$$l_n = 7500 \text{ mm}$$

$$a_1 = \min(1/2h; 1/2t) = 250 \text{ mm} = 500 \text{ mm (uložení na sloup)}$$

$$a_2 = \min(1/2h; 1/2t) = 250 \text{ mm} = 500 \text{ mm (uložení na sloup)}$$

*Návrh konstrukční výztuže*

$$\varnothing = 16 \text{ mm}$$

$$d = h - c_{\text{nom}} - \varnothing/2 = 652 \text{ mm}$$

$$A_s = n \cdot (\pi \cdot \varnothing^2/4) = 0,00080 \text{ m}^2$$

$$n = 4$$

$$\rho' = A_s/(b_w \cdot d) = 0,002467$$

Omezení průhybů

$$l = 8000 \text{ mm}$$

$$d = 649 \text{ mm}$$

$$K = 1,3$$

$$\rho = A_{s,\text{req}}/(b_w \cdot d) = 0,00721$$

$$\rho_0 = 10^{-3} \sqrt{f_{ck}} = 0,00548$$

$$\rho \leq \rho_0$$

**NEPLATÍ**

$$\rho > \rho_0$$

**PLATÍ**

Výpočet se tedy provede dle vzorce  $\frac{l}{d} = K \left[ 11 + 1,5 \sqrt{f_{ck}} \frac{\rho_0}{\rho - \rho'} + \frac{1}{12} \sqrt{f_{ck}} \left( \frac{\rho}{\rho_0} \right) \right] \cdot 7/l_{\text{eff}}$

Pro nosníky s rozpětím větším jak 7m:

$$7/l_{\text{eff}} = 0,875$$

$$(l/d)_{\text{max}} = \mathbf{23,02 \text{ mm}}$$

$$l/d = 12,33 \text{ mm} \leq (l/d)_{\text{max}} = 23,02 \text{ mm}$$

**VYHOVÍ****Lze tedy od výpočtu průhybů upustit**



## 5.1.3.3 Mezní stav únosnosti – směr y

*Návrhové vnitřní síly*

<i>Návrh. Vnitřní síly</i>		
$M_{Ed}^+$	$kN/m$	594
$M_{Ed}^-$	$kN/m$	893
$V_{Ed}$	$kN$	513

*Výpočet krytí - třmínky*

$$\varnothing_{tr} = 8\text{mm}$$

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 30\text{mm}$$

$$c_{min, tr} = \max(c_{min, b}; c_{min, dur} + \Delta c_{dur, \gamma} - \Delta c_{dur, st} - c_{dur, add}; 10\text{mm}) = 25\text{mm}$$

$$c_{min, b} = \varnothing = 8\text{mm}$$

$$c_{min, dur} = 25\text{mm}(\text{XC3;S4})$$

$$c_{dur, \gamma} = 0\text{mm}$$

$$c_{dur, st} = 0\text{mm}$$

$$c_{dur, add} = 0\text{mm}$$

$$\Delta c_{dev} = 5\text{mm}$$

*Výpočet krytí - hlavní výztuž*

$$\varnothing = 32\text{mm}$$

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 40\text{mm}$$

$$c_{min, 1} = \max(c_{min, b}; c_{min, dur} + \Delta c_{dur, \gamma} - \Delta c_{dur, st} - c_{dur, add}; 10\text{mm}) = 32\text{mm}$$

$$c_{min, 2} = c_{min, tr} + \varnothing_{tr} = 33\text{mm}$$

$$c_{min} = \max(c_{min, 1}; c_{min, 2}) = 33\text{mm}$$

$$c_{min, b} = \varnothing = 32\text{mm}$$

$$c_{min, dur} = 25\text{mm}(\text{XC3;S4})$$

$$c_{dur, \gamma} = 0\text{mm}$$

$$c_{dur, st} = 0\text{mm}$$

$$c_{dur, add} = 0\text{mm}$$

$$\Delta c_{dev} = 7\text{mm}$$

*Návrh výztuže pro  $M_{ED}^+ = 594\text{ kNm}$  - dolní ohybová výztuž**Návrh*

$$\varnothing = 22\text{mm}$$

$$d = h - c_{nom} - \varnothing_{x, pr} - \varnothing_{y, pr}/2 = 627\text{mm}$$

$$A_{s,req} = M_{Ed} / 0,9 \cdot d \cdot f_{yd} = 0,00242 \text{ m}^2$$

$$n_{req} = A_{s,req} \cdot 4 / \pi \cdot \varnothing^2 = 6,368967 \text{ ks}$$

$$n = 7 \text{ ks}$$

$$A_s = n \cdot (\pi \cdot \varnothing^2 / 4) = 0,00266 \text{ m}^2$$

**NÁVRH 7/Ø25 mm**

### *Posouzení*

$$F_s = A_s \cdot f_{yd} = 1156,926 \text{ kN}$$

$$x = F_s / \eta_l \cdot \lambda \cdot b_{eff} \cdot f_{cd} = 0,144616 \text{ m}$$

$$M_{Rd} = F_s (d - 0,4x) = 658,469 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed}^+ = 594 \text{ kNm} \leq M_{Rd} = 658,469 \text{ kNm}$$

**VYHOVÍ**

### Konstrukční zásady

#### *Minimální plocha výztuže*

$$f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$$

$$a_{s,min} = \max (0,26 \cdot f_{ctm} / f_{yk} \cdot b_w \cdot d ; 0,0013 \cdot b_w \cdot d) = 0,000593 \text{ m}^2$$

$$a_{s,max} = 0,04 \cdot A_c = 0,0140 \text{ m}^2$$

$$A_{s,min} \leq A_s \leq A_{s,max}$$

$$0,000593 \leq 0,00242 \leq 0,0140 \text{ m}^2$$

**VYHOVÍ**

#### *Omezení výšky tlačené oblasti*

$$\xi = x/d = 0,2306$$

$$\xi_{bal} = 700 / (700 + f_{yd}) = 0,6169$$

$$\xi \leq \xi_{bal}$$

$$0,2306 \leq 0,6169 \text{ VYHOVÍ}$$

#### *Vzdálenost výztuže*

$$s_{min} = \max (1,2 \cdot \varnothing ; d_g + 5 \text{ mm} ; 20 \text{ mm}) = 26,4 \text{ mm}$$

$$s_{max} = \min (2h ; 300 \text{ mm}) = 300 \text{ mm}$$

$$s_{osová} = (b_w - 2 \cdot c_{nom} - \varnothing) / n = 66,3333 \text{ mm} \leq s_{max} = 300 \text{ mm}$$

**VYHOVÍ**

$$s_{světlá} = s_{osová} - \varnothing = 44,3333 \text{ mm} \geq s_{min} = 26,4 \text{ mm}$$

**VYHOVÍ**

#### *Kotevní délka*

$$f_{ctk0,05} = 2 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{sd} = 434,78 \text{ MPa}$$

$$\alpha_{ct} = 1,0$$

$$\eta_l = 1,0$$

$$\eta_2 = 1,0 (\varnothing \leq 32\text{mm})$$

$$f_{ctd} = (\alpha_{ct} \cdot f_{ctk0,05}) / \gamma_c = 1,33\text{MPa}$$

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd} = 3\text{MPa}$$

$$\alpha_1 = 1; \alpha_2 = 1; \alpha_3 = 1; \alpha_4 = 0,7; \alpha_5 = 1$$

$$l_{b,rqd} = (\varnothing/4) \cdot (\sigma_{sd}/f_{bd}) = 797,10\text{mm}$$

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd} = 557,971\text{mm}$$

$$l_{bd} = 640\text{mm}$$

$$l_{b,min} = \max(0,3 \cdot l_{b,rqd}; 10\varnothing; 100\text{mm}) = 239,1304\text{mm}$$

$$l_{b,min} \leq l_{bd}$$

$$239,13 \leq 640\text{mm}$$

VYHOVÍ

Návrh výztuže pro  $M_{Ed} = 893\text{ kNm}$  - horní ohybová výztuž

*Návrh*

$$\varnothing = 32\text{mm}$$

$$d = h - c_{nom,d} - \varnothing_{x,d} - \varnothing_{y,d} - \varnothing_{x,pr} - \varnothing_{y,pr}/2 = 595\text{mm}$$

$$A_{s,req} = M_{Ed} / 0,9 \cdot d \cdot f_{yd} = 0,00384\text{m}^2$$

$$n_{req} = A_{s,req} \cdot 4 / \pi \cdot \varnothing^2 = 4,769029\text{ks}$$

$$n = 6\text{ks}$$

$$A_s = n \cdot (\pi \cdot \varnothing^2 / 4) = 0,00483\text{m}^2$$

**NÁVRH 6/Ø32 mm**

*Posouzení*

$$F_s = A_s \cdot f_{yd} = 2098,038\text{kN}$$

$$x = F_s / \eta_l \cdot \lambda \cdot b \cdot f_{cd} = 0,262255\text{m}$$

$$M_{Rd} = F_s (d - 0,4x) = 1028,244\text{kNm}$$

$$M_{Ed} = 893\text{kNm} \leq M_{Rd} = 1028,24\text{kNm}$$

VYHOVÍ

Konstrukční zásady

*Minimální plocha výztuže*

$$f_{ctm} = 2,9\text{MPa}$$

$$a_{s,min} = \max(0,26 \cdot f_{ctm}/f_{yk} \cdot b_w \cdot d; 0,0013 \cdot b_w \cdot d) = 0,00045\text{m}^2$$

$$a_{s,max} = 0,04 \cdot A_c = 0,0140\text{m}^2$$

$$A_{s,min} \leq A_s \leq A_{s,max}$$

$$0,000449 \leq 0,00483 \leq 0,0140\text{m}^2$$

VYHOVÍ

*Omezení výšky tlačené oblasti*

$$\xi = x/d = 0,4408$$

$$\xi_{bal} = 700/(700 + f_{yd}) = 0,6169$$

$$\xi \leq \xi_{bal}$$

$$0,4408 \leq 0,6169$$

VYHOVÍ

*Vzdálenost výztuže*

$$s_{min} = \max(1,2 \cdot \emptyset ; d_g + 5\text{mm} ; 20\text{mm}) = 38,4\text{mm}$$

$$s_{max} = \min(2h ; 300\text{mm}) = 300\text{mm}$$

$$s_{osová} = (b_w - 2 \cdot c_{nom} - \emptyset)/n - 1 = 77,6\text{mm} \leq s_{max} = 300\text{mm}$$

VYHOVÍ

$$s_{světlá} = s_{osová} - \emptyset = 45,6\text{mm} \geq s_{min} = 38,4\text{mm}$$

VYHOVÍ

*Kotevní délka*

$$f_{ctk0,05} = 2\text{MPa}$$

$$\sigma_{sd} = 434,78\text{MPa}$$

$$\alpha_{ct} = 1,0$$

$$\eta_1 = 1,0$$

$$\eta_2 = 1,0 (\emptyset \leq 32\text{mm})$$

$$f_{ctd} = (\alpha_{ct} \cdot f_{ctk0,05})/\gamma_c = 1,33\text{MPa}$$

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd} = 3\text{MPa}$$

$$\alpha_1 = 1; \alpha_2 = 1; \alpha_3 = 1; \alpha_4 = 0,7; \alpha_5 = 1$$

$$l_{b,rqd} = (\emptyset/4) \cdot (\sigma_{sd}/f_{bd}) = 1159,42\text{mm}$$

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd} = 811,5942\text{mm}$$

$$l_{bd} = 770\text{mm}$$

$$l_{b,min} = \max(0,3 \cdot l_{b,rqd} ; 10\emptyset ; 100\text{mm}) = 347,8261\text{mm}$$

$$l_{b,min} \leq l_{bd}$$

$$347,826 \leq 770\text{mm}$$

VYHOVÍ

*Návrh a posouzení smykové výztuže**Minimální návrhová únosnost ve smyku pro prvky bez smykové výztuže*

$$V_{Rd,c,min} = (v_{min} + k_1 \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d = 133,23\text{kN}$$

$$v_{min} = 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 380,645\text{kPa}$$

$$k = 1 + \sqrt{(200/d)} = 1,580 \leq 2$$

$$\rho_I = A_{sl}/(b_w \cdot d) = 0,013787 \leq 0,02$$

$$k_1 = 0,15$$

$$\sigma_{cp} = 0\text{MPa} (N_{Ed} = 0\text{kN})$$

*Návrhová hodnota únosnosti ve smyku*

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} k (100 \rho_l f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp}] b_w \cdot d = \mathbf{229,461 kN}$$

rozhoduje

$$C_{Rd,c} = 0,18/\gamma_c = 0,12$$

$$V_{Ed} = \mathbf{513 kN} \leq V_{Rd,c} = \mathbf{229,461 kN}$$

**NEVYHOVÍ**

**Je třeba navrhnout dodatečnou smykovou výztuž**

*Návrh smykové výztuže*

$$\emptyset = 8 \text{ mm}$$

$$n = 4 (\text{čtyřstřížné třmínky})$$

$$d = h - c_{\text{nom,tf}} - \emptyset_{\text{tf}}/2 = 666 \text{ mm}$$

$$\theta = 45^\circ$$

$$\cot \theta = 1$$

$$\tan \theta = 10,4$$

$$s_w = 90 \text{ mm}$$

$$A_{sw} = n \cdot ((\pi \cdot \emptyset_w^2)/4) = 201,0619 \text{ mm}^2$$

$$z = 0,9d = 599,4 \text{ mm}$$

$$f_{ywd} = 434,78 \text{ MPa}$$

*Únosnost ve smyku*

$$V_{Rd,s} = (A_{sw}/s) \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \cot \theta = 582,2054 \text{ kN}$$

rozhoduje

$$\alpha_{cw} = 1$$

$$v_1 = 0,6 \cdot (1 - (f_{ck}/250)) = 0,528$$

$$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd} / (\cot \theta + \tan \theta) = 1582,416 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = \mathbf{513 kN} \leq V_{Rd} = \mathbf{582,205 kN}$$

**VYHOVÍ**

**NÁVRH čtyřstřížné třmínky Ø8/90 mm**

Konstrukční zásady

*Minimální stupeň vyztužení*

$$\rho_{sw} = A_{sw}/(s \cdot b_w) = 0,004468$$

$$\rho_{sw,min} = (0,08 \cdot \sqrt{f_{ck}})/f_{yk} = 0,000876$$

$$\rho_{sw} \geq \rho_{sw,min}$$

$$\mathbf{0,004468 \geq 0,000876}$$

**VYHOVÍ**

*Maximální příčná vzdálenost větví třmínků*

$$s_t = b_w - 2 \cdot c_{\text{nom,tf}} - \emptyset_{\text{tf}} = 432 \text{ mm}$$

$$s_{t,max} = \min(0,75d;600) = 499,5\text{mm}$$

$$s_t \leq s_{t,max}$$

$$432 \leq 499,5\text{mm}$$

**VYHOVÍ***Maximální podélná osová vzdálenost třmínků*

$$s_{l,max} = \min(0,75d;400) = 400\text{mm}$$

$$s_w \leq s_{l,max}$$

$$90 \leq 400\text{mm}$$

**VYHOVÍ**

## 5.1.3.4 Mezní stav použitelnosti – směr y

*Výpočet účinného rozpětí průvlaku:*

$$l_{\text{eff}} = l_n + a_1 + a_2 = 8000 \text{ mm}$$

$$l_n = 7500 \text{ mm}$$

$$a_1 = \min(1/2h; 1/2t) = 250 \text{ mm} = 500 \text{ mm (uložení na sloup)}$$

$$a_2 = \min(1/2h; 1/2t) = 250 \text{ mm} = 500 \text{ mm (uložení na sloup)}$$

*Návrh konstrukční výztuže*

$$\emptyset = 16 \text{ mm}$$

$$d = h - c_{\text{nom}} - \emptyset/2 = 652 \text{ mm}$$

$$A_s = n \cdot (\pi \cdot \emptyset^2/4) = 0,00080 \text{ m}^2$$

$$n = 4$$

$$\rho' = A_s/(b_w \cdot d) = 0,002467$$

Omezení průhybů

$$l = 8000 \text{ mm}$$

$$d = 627 \text{ mm}$$

$$K = 1,3$$

$$\rho = A_{s,\text{req}}/(b_w \cdot d) = 0,00772$$

$$\rho_0 = 10^{-3} \sqrt{f_{ck}} = 0,00548$$

$$\rho \leq \rho_0$$

**NEPLATÍ**

$$\rho > \rho_0$$

**PLATÍ**

Výpočet se tedy provede dle vzorce  $\frac{l}{d} = K \left[ 11 + 1,5 \sqrt{f_{ck}} \frac{\rho_0}{\rho - \rho'} + \frac{1}{12} \sqrt{f_{ck}} \left( \frac{\rho}{\rho_0} \right) \right] \cdot 7/l_{\text{eff}}$

Pro nosníky s rozpětím větším jak 7m:

$$7/l_{\text{eff}} = 0,875$$

$$(l/d)_{\text{max}} = 21,97 \text{ mm}$$

$$l/d = 12,76 \text{ mm} \leq (l/d)_{\text{max}} = 21,97 \text{ mm}$$

**VYHOVÍ****Lze tedy od výpočtu průhybů upustit**

## 5.2 Průvlak P11

### Rozměry průvlaku

Rozměry		1.pole	2.pole
Délka	mm	8000	4250
$h$	mm	700	
$b_w$	mm	500	

### 5.2.1 Zatížení

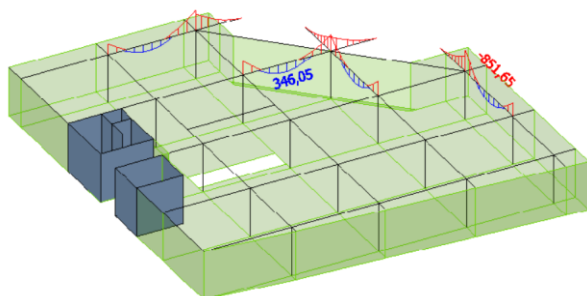
#### 5.2.1.1 Zatížení stálé a vlastní tíhou konstrukce

Hodnoty stálého zatížení a zatížení vlastní tíhou jsou převzaty z kapitoly č. 2 – Zatížení. Vlastní tíhu průvlaků zavádí do výpočtu software Scia Engineer ve vlastním zatěžovacím stavu. Poloha vodorovných, svislých a dalších zatížení odpovídá schémátům uvedených v kapitolách definujících zatížení pro desky.

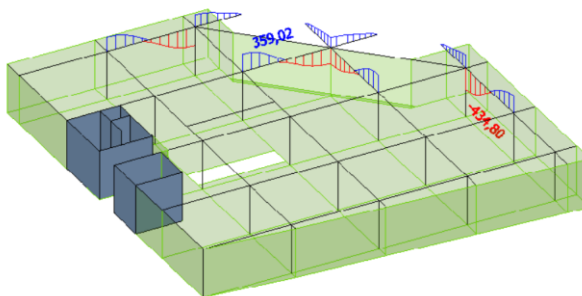
#### 5.2.1.2 Zatížení proměnné

Hodnoty proměnných zatížení jsou převzaty z kapitoly č. 2 – Zatížení. Poloha zatížení odpovídá schémátům uvedeným v kapitolách definujících zatížení pro desky.

### 5.2.2 Návrhové vnitřní síly



*Ohybové momenty – 2.NP*



*Posouvající síly – 2.NP*



### 5.2.3 Návrh a posouzení

#### 5.2.3.1 Mezní stav únosnosti – směr x

##### Návrhové vnitřní síly

Návrh. Vnitřní síly		
$M_{Ed}^+$	$kN/m$	346
$M_{Ed}^-$	$kN/m$	852
$V_{Ed}$	$kN$	434

##### Výpočet krytí - třmínky

$$\varnothing_{tr} = 8mm$$

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 30mm$$

$$c_{min, tr} = \max(c_{min, b}; c_{min, dur} + \Delta c_{dur, \gamma} - \Delta c_{dur, st} - c_{dur, add}; 10mm) = 25mm$$

$$c_{min, b} = \varnothing = 8mm$$

$$c_{min, dur} = 25mm(XC3; S4)$$

$$c_{dur, \gamma} = 0mm$$

$$c_{dur, st} = 0mm$$

$$c_{dur, add} = 0mm$$

$$\Delta c_{dev} = 5mm$$

##### Výpočet krytí - hlavní výztuž

$$\varnothing = 32mm$$

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 40mm$$

$$c_{min, 1} = \max(c_{min, b}; c_{min, dur} + \Delta c_{dur, \gamma} - \Delta c_{dur, st} - c_{dur, add}; 10mm) = 32mm$$

$$c_{min, 2} = c_{min, tr} + \varnothing_{tr} = 33mm$$

$$c_{min} = \max(c_{min, 1}; c_{min, 2}) = 33mm$$

$$c_{min, b} = \varnothing = 32mm$$

$$c_{min, dur} = 25mm(XC3; S4)$$

$$c_{dur, \gamma} = 0mm$$

$$c_{dur, st} = 0mm$$

$$c_{dur, add} = 0mm$$

$$\Delta c_{dev} = 7mm$$

##### Návrh výztuže pro $M_{ED}^+ = 346 kNm$ - dolní ohybová výztuž

##### Návrh

$$\varnothing = 18mm$$

$$d = h - c_{nom} - \varnothing_{x, pr}/2 = 651mm$$

$$A_{s,req} = M_{Ed} / 0,9 \cdot d \cdot f_{yd} = 0,00136 \text{ m}^2$$

$$n_{req} = A_{s,req} \cdot 4 / \pi \cdot \varnothing^2 = 5,337594 \text{ ks}$$

$$n = 6 \text{ ks}$$

$$A_s = n \cdot (\pi \cdot \varnothing^2 / 4) = 0,00153 \text{ m}^2$$

**NÁVRH 6/Ø18 mm**

#### *Posouzení*

$$F_s = A_s \cdot f_{yd} = 663,8322 \text{ kN}$$

$$x = F_s / \eta \cdot \lambda \cdot b \cdot f_{cd} = 0,082979 \text{ m}$$

$$M_{Rd} = F_s (d - 0,4x) = 410,121 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed}^+ = 346 \text{ kNm} \leq M_{Rd} = 410,121 \text{ kNm}$$

**VYHOVÍ**

#### Konstrukční zásady

##### *Minimální plocha výztuže*

$$f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$$

$$a_{s,min} = \max (0,26 \cdot f_{ctm} / f_{yk} \cdot b_w \cdot d ; 0,0013 \cdot b_w \cdot d) = 0,000639 \text{ m}^2$$

$$a_{s,max} = 0,04 \cdot A_c = 0,0140 \text{ m}^2$$

$$A_{s,min} \leq A_s \leq A_{s,max}$$

$$0,000639 \leq 0,00136 \leq 0,0140 \text{ m}^2$$

**VYHOVÍ**

##### *Omezení výšky tlačené oblasti*

$$\xi = x/d = 0,1275$$

$$\xi_{bal} = 700 / (700 + f_{yd}) = 0,6169$$

$$\xi \leq \xi_{bal}$$

$$0,1275 \leq 0,6169$$

**VYHOVÍ**

##### *Vzdálenost výztuže*

$$s_{min} = \max (1,2 \cdot \varnothing ; d_g + 5 \text{ mm} ; 20 \text{ mm}) = 21,6 \text{ mm}$$

$$s_{max} = \min (2h ; 300 \text{ mm}) = 300 \text{ mm}$$

$$s_{osová} = (b_w - 2 \cdot c_{nom} - \varnothing) / n = 80,4 \text{ mm} \leq s_{max} = 300 \text{ mm}$$

**VYHOVÍ**

$$s_{světlá} = s_{osová} - \varnothing = 62,4 \text{ mm} \geq s_{min} = 21,6 \text{ mm}$$

**VYHOVÍ**

##### *Kotevní délka*

$$f_{ctk0,05} = 2 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{sd} = 434,78 \text{ MPa}$$

$$\alpha_{ct} = 1,0$$

$$\eta_1 = 1,0$$

$$\eta_2 = 1,0 (\varnothing \leq 32 \text{ mm})$$

$$f_{ctd} = (\alpha_{ct} \cdot f_{ctk0,05}) / \gamma_c = 1,33 \text{ MPa}$$

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd} = 3 \text{ MPa}$$

$$\alpha_1 = 1; \alpha_2 = 1; \alpha_3 = 1; \alpha_4 = 0,7; \alpha_5 = 1$$

$$l_{b,rqd} = (\varnothing/4) \cdot (\sigma_{sd} / f_{bd}) = 652,17 \text{ mm}$$

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd} = 456,5217 \text{ mm}$$

$$l_{bd} = 460 \text{ mm}$$

$$l_{b,min} = \max(0,3 \cdot l_{b,rqd}; 10\varnothing; 100 \text{ mm}) = 195,6522 \text{ mm}$$

$$l_{b,min} \leq l_{bd}$$

$$195,652 \leq 460 \text{ mm}$$

VYHOVÍ

Návrh výztuže pro  $M_{ED} = 852 \text{ kNm}$  - horní ohybová výztuž

*Návrh*

$$\varnothing = 32 \text{ mm}$$

$$d = h - c_{nom,d} - \varnothing_{x,d} - \varnothing_{y,d} - \varnothing/2 = 627 \text{ mm}$$

$$A_{s,req} = M_{Ed} / 0,9 \cdot d \cdot f_{yd} = 0,00347 \text{ m}^2$$

$$n_{req} = A_{s,req} \cdot 4 / \pi \cdot \varnothing^2 = 4,31785 \text{ ks}$$

$$n = 5 \text{ ks}$$

$$A_s = n \cdot (\pi \cdot \varnothing^2 / 4) = 0,00402 \text{ m}^2$$

$$\mathbf{NÁVRH \quad 5/\varnothing 32 \text{ mm}}$$

*Posouzení*

$$F_s = A_s \cdot f_{yd} = 1748,365 \text{ kN}$$

$$x = F_s / \eta \cdot \lambda \cdot b \cdot f_{cd} = 0,218546 \text{ m}$$

$$M_{Rd} = F_s(d - 0,4x) = 943,386 \text{ kNm}$$

$$\mathbf{M_{Ed} = 852 \text{ kNm} \leq M_{Rd} = 943,39 \text{ kNm}}$$

VYHOVÍ

Konstrukční zásady

*Minimální plocha výztuže*

$$f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$$

$$a_{s,min} = \max(0,26 \cdot f_{ctm} / f_{yk} \cdot b_w \cdot d; 0,0013 \cdot b_w \cdot d) = 0,00047 \text{ m}^2$$

$$a_{s,max} = 0,04 \cdot A_c = 0,0140 \text{ m}^2$$

$$\mathbf{A_{s,min} \leq A_s \leq A_{s,max}}$$

$$\mathbf{0,000473 \leq 0,00402 \leq 0,0140 \text{ m}^2}$$

VYHOVÍ

*Omezení výšky tlačené oblasti*

$$\xi = x/d = 0,3486$$

$$\xi_{bal} = 700/(700 + f_{yd}) = 0,6169$$

$$\xi \leq \xi_{bal}$$

$$0,3486 \leq 0,6169$$

VYHOVÍ

*Vzdálenost výztuže*

$$s_{min} = \max(1,2 \cdot \emptyset ; d_g + 5\text{mm} ; 20\text{mm}) = 38,4\text{mm}$$

$$s_{max} = \min(2h ; 300\text{mm}) = 300\text{mm}$$

$$s_{osová} = (b_w - 2 \cdot c_{nom} - \emptyset)/n - 1 = 97\text{mm} \leq s_{max} = 300\text{mm}$$

VYHOVÍ

$$s_{světlá} = s_{osová} - \emptyset = 65\text{mm} \geq s_{min} = 38,4\text{mm}$$

VYHOVÍ

*Kotevní délka*

$$f_{ctk0,05} = 2\text{MPa}$$

$$\sigma_{sd} = 434,78\text{MPa}$$

$$\alpha_{ct} = 1,0$$

$$\eta_1 = 1,0$$

$$\eta_2 = 1,0 (\emptyset \leq 32\text{mm})$$

$$f_{ctd} = (\alpha_{ct} \cdot f_{ctk0,05})/\gamma_c = 1,33\text{MPa}$$

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd} = 3\text{MPa}$$

$$\alpha_1 = 1; \alpha_2 = 1; \alpha_3 = 1; \alpha_4 = 0,7; \alpha_5 = 1$$

$$l_{b,rqd} = (\emptyset/4) \cdot (\sigma_{sd}/f_{bd}) = 1159,42\text{mm}$$

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd} = 811,5942\text{mm}$$

$$l_{bd} = 770\text{mm}$$

$$l_{b,min} = \max(0,3 \cdot l_{b,rqd} ; 10\emptyset ; 100\text{mm}) = 347,8261\text{mm}$$

$$l_{b,min} \leq l_{bd}$$

$$347,826 \leq 770\text{mm}$$

VYHOVÍ

*Návrh a posouzení smykové výztuže**Minimální návrhová únosnost ve smyku pro prvky bez smykové výztuže*

$$V_{Rd,c,min} = (v_{min} + k_1 \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d = 131,33\text{kN}$$

$$v_{min} = 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 375,240\text{kPa}$$

$$k = 1 + \sqrt{(200/d)} = 1,565 \leq 2$$

$$\rho_I = A_{sl}/(b_w \cdot d) = 0,011489 \leq 0,02$$

$$k_1 = 0,15$$

$$\sigma_{cp} = 0 \text{ Mpa} (N_{Ed} = 0 \text{ kN})$$

*Návrhová hodnota únosnosti ve smyku*

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} k (100 \rho_l f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp}] b_w \cdot d = \mathbf{213,882 \text{ kN}}$$

rozhoduje

$$C_{Rd,c} = 0,18/\gamma_c = 0,12$$

$$V_{Ed} = \mathbf{434 \text{ kN}} \leq V_{Rd,c} = \mathbf{213,882 \text{ kN}}$$

**NEVYHOVÍ**

**Je třeba navrhnout dodatečnou smykovou výztuž**

*Návrh smykové výztuže*

$$\emptyset = 8 \text{ mm}$$

$$n = 4 (\text{čtyřstřížné třmínky})$$

$$d = h - c_{\text{nom,tf}} - \emptyset_{\text{tf}}/2 = 666 \text{ mm}$$

$$\theta = 45^\circ$$

$$\cotg\theta = 1$$

$$\tg\theta = 10,4$$

$$s_w = 110 \text{ mm}$$

$$A_{sw} = n \cdot ((\pi \cdot \emptyset_w^2)/4) = 201,0619 \text{ mm}^2$$

$$z = 0,9d = 599,4 \text{ mm}$$

$$f_{ywd} = 434,78 \text{ MPa}$$

*Únosnost ve smyku*

$$V_{Rd,s} = (A_{sw}/s) \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \cotg\theta = 476,3499 \text{ kN}$$

rozhoduje

$$\alpha_{cw} = 1$$

$$v_1 = 0,6 \cdot (1 - (f_{ck}/250)) = 0,528$$

$$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd} / (\cotg\theta + \tg\theta) = 1582,416 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = \mathbf{434 \text{ kN}} \leq V_{Rd} = \mathbf{476,350 \text{ kN}}$$

**VYHOVÍ**

**NÁVRH čtyřstřížné třmínky Ø8/110 mm**

Konstrukční zásady

*Minimální stupeň vyztužení*

$$\rho_{sw} = A_{sw}/(s \cdot b_w) = 0,003656$$

$$\rho_{sw,min} = (0,08 \cdot \sqrt{f_{ck}})/f_{yk} = 0,000876$$

$$\rho_{sw} \geq \rho_{sw,min}$$

$$\mathbf{0,003656 \geq 0,000876}$$

**VYHOVÍ**

*Maximální příčná vzdálenost větví třmínků*

$$s_t = b_w - 2 \cdot c_{\text{nom,tf}} - \emptyset_{\text{tf}} = 432 \text{ mm}$$

$$s_{t,max} = \min(0,75d;600) = 499,5\text{mm}$$

$$s_t \leq s_{t,max}$$

$$432 \leq 499,5\text{mm}$$

**VYHOVÍ***Maximální podélná osová vzdálenost třmínků*

$$s_{l,max} = \min(0,75d;400) = 400\text{mm}$$

$$s_w \leq s_{l,max}$$

$$110 \leq 400\text{mm}$$

**VYHOVÍ**

## 5.2.3.2 Mezní stav použitelnosti – směr x

Omezení průhybů

$$l = 4250\text{mm}$$

$$d = 627\text{mm}$$

$$K = 0,4$$

$$\rho = A_{s,\text{req}}/(b_w \cdot d) = 0,00417$$

$$\rho_0 = 10^{-3} \sqrt{f_{ck}} = 0,00548$$

$$\rho \leq \rho_0$$

$$\rho > \rho_0$$

**PLATÍ****NEPLATÍ**

Výpočet se tedy provede dle vzorce  $\frac{l}{d} = K \left[ 11 + 1,5\sqrt{f_{ck}} \frac{\rho_0}{\rho} + 3,2\sqrt{f_{ck}} \left( \frac{\rho_0}{\rho} - 1 \right)^{3/2} \right]$

$$(l/d)_{\text{max}} = 9,94\text{mm}$$

$$l/d = 6,78\text{mm} \leq (l/d)_{\text{max}} = 9,94\text{mm} \text{ VYHOVÍ}$$

**Lze tedy od výpočtu průhybů upustit**

## 5.2.3.3 Mezní stav únosnosti – směr y

*Návrhové vnitřní síly*

<i>Návrh. Vnitřní síly</i>		
$M_{Ed}^+$	$kN/m$	346
$M_{Ed}^-$	$kN/m$	852
$V_{Ed}$	$kN$	434

*Výpočet krytí - třmínky*

$$\varnothing_{tr} = 8\text{mm}$$

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 30\text{mm}$$

$$c_{min,tf} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - c_{dur,add}; 10\text{mm}) = 25\text{mm}$$

$$c_{min,b} = \varnothing = 8\text{mm}$$

$$c_{min,dur} = 25\text{mm}(\text{XC3};\text{S4})$$

$$c_{dur,\gamma} = 0\text{mm}$$

$$c_{dur,st} = 0\text{mm}$$

$$c_{dur,add} = 0\text{mm}$$

$$\Delta c_{dev} = 5\text{mm}$$

*Výpočet krytí - hlavní výztuž*

$$\varnothing = 32\text{mm}$$

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 40\text{mm}$$

$$c_{min,1} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - c_{dur,add}; 10\text{mm}) = 32\text{mm}$$

$$c_{min,2} = c_{min,tf} + \varnothing_{tr} = 33\text{mm}$$

$$c_{min} = \max(c_{min,1}; c_{min,2}) = 33\text{mm}$$

$$c_{min,b} = \varnothing = 32\text{mm}$$

$$c_{min,dur} = 25\text{mm}(\text{XC3};\text{S4})$$

$$c_{dur,\gamma} = 0\text{mm}$$

$$c_{dur,st} = 0\text{mm}$$

$$c_{dur,add} = 0\text{mm}$$

$$\Delta c_{dev} = 7\text{mm}$$

*Návrh výztuže pro  $M_{ED}^+ = 346\text{ kNm}$  - dolní ohybová výztuž**Návrh*

$$\varnothing = 18\text{mm}$$

$$d = h - c_{nom} - \varnothing_{x,pr} - \varnothing_{y,pr}/2 = 633\text{mm}$$

$$A_{s,req} = M_{Ed} / 0,9 \cdot d \cdot f_{yd} = 0,00140\text{m}^2$$



$$n_{\text{req}} = A_{s,\text{req}} \cdot 4 / \pi \cdot \varnothing^2 = 5,489374 \text{ ks}$$

$$n = 6 \text{ ks}$$

$$A_s = n \cdot (\pi \cdot \varnothing^2 / 4) = 0,00153 \text{ m}^2$$

**NÁVRH 6/Ø18 mm**

*Posouzení*

$$F_s = A_s \cdot f_{yd} = 663,8322 \text{ kN}$$

$$x = F_s / \eta_l \cdot \lambda \cdot b \cdot f_{cd} = 0,082979 \text{ m}$$

$$M_{Rd} = F_s(d - 0,4x) = 398,172 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed}^+ = 346 \text{ kNm} \leq M_{Rd} = 398,172 \text{ kNm}$$

**VYHOVÍ**

Konstrukční zásady

*Minimální plocha výztuže*

$$f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$$

$$a_{s,\text{min}} = \max(0,26 \cdot f_{ctm} / f_{yk} \cdot b_w \cdot d ; 0,0013 \cdot b_w \cdot d) = 0,00060 \text{ m}^2$$

$$a_{s,\text{max}} = 0,04 \cdot A_c = 0,0140 \text{ m}^2$$

$$A_{s,\text{min}} \leq A_s \leq A_{s,\text{max}}$$

$$0,000604 \leq 0,00140 \leq 0,0140 \text{ m}^2$$

**VYHOVÍ**

*Omezení výšky tlačené oblasti*

$$\xi = x/d = 0,1311$$

$$\xi_{\text{bal}} = 700 / (700 + f_{yd}) = 0,6169$$

$$\xi \leq \xi_{\text{bal}}$$

$$0,1311 \leq 0,6169$$

**VYHOVÍ**

*Vzdálenost výztuže*

$$s_{\text{min}} = \max(1,2 \cdot \varnothing ; d_g + 5 \text{ mm} ; 20 \text{ mm}) = 21,6 \text{ mm}$$

$$s_{\text{max}} = \min(2h ; 300 \text{ mm}) = 300 \text{ mm}$$

$$s_{\text{osová}} = (b_w - 2 \cdot c_{\text{nom}} - \varnothing) / n = 80,4 \text{ mm} \leq s_{\text{max}} = 300 \text{ mm}$$

**VYHOVÍ**

$$s_{\text{světlá}} = s_{\text{osová}} - \varnothing = 62,4 \text{ mm} \geq s_{\text{min}} = 21,6 \text{ mm}$$

**VYHOVÍ**

*Kotevní délka*

$$f_{ctk0,05} = 2 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{sd} = 434,78 \text{ MPa}$$

$$\alpha_{ct} = 1,0$$

$$\eta_1 = 1,0$$

$$\eta_2 = 1,0 (\varnothing \leq 32 \text{ mm})$$

$$f_{ctd} = (\alpha_{ct} \cdot f_{ctk0,05}) / \gamma_c = 1,33 \text{ MPa}$$

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd} = 3 \text{ MPa}$$

$$\alpha_1 = 1; \alpha_2 = 1; \alpha_3 = 1; \alpha_4 = 0,7; \alpha_5 = 1$$

$$l_{b,rqd} = (\varnothing/4) \cdot (\sigma_{sd} / f_{bd}) = 652,17 \text{ mm}$$

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd} = 456,5217 \text{ mm}$$

$$l_{bd} = 460 \text{ mm}$$

$$l_{b,min} = \max(0,3 \cdot l_{b,rqd}; 10\varnothing; 100 \text{ mm}) = 195,6522 \text{ mm}$$

$$l_{b,min} \leq l_{bd}$$

$$195,652 \leq 460 \text{ mm}$$

VYHOVÍ

Návrh výztuže pro  $M_{ED} = 852 \text{ kNm}$  - horní ohybová výztuž

*Návrh*

$$\varnothing = 32 \text{ mm}$$

$$d = h - c_{nom,d} - \varnothing_{x,d} - \varnothing_{y,d} - \varnothing_{x,pr} - \varnothing_{y,pr}/2 = 595 \text{ mm}$$

$$A_{s,req} = M_{Ed} / 0,9 \cdot d \cdot f_{yd} = 0,00366 \text{ m}^2$$

$$n_{req} = A_{s,req} \cdot 4 / \pi \cdot \varnothing^2 = 4,55007 \text{ ks}$$

$$n = 5 \text{ ks}$$

$$A_s = n \cdot (\pi \cdot \varnothing^2 / 4) = 0,00402 \text{ m}^2$$

$$\mathbf{NÁVRH \quad 5/\varnothing 32 \text{ mm}}$$

*Posouzení*

$$F_s = A_s \cdot f_{yd} = 1748,365 \text{ kN}$$

$$x = F_s / \eta \cdot \lambda \cdot b \cdot f_{cd} = 0,218546 \text{ m}$$

$$M_{Rd} = F_s(d - 0,4x) = 887,438 \text{ kNm}$$

$$\mathbf{M_{Ed} = 852 \text{ kNm} \leq M_{Rd} = 887,44 \text{ kNm}}$$

VYHOVÍ

Konstrukční zásady

*Minimální plocha výztuže*

$$f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$$

$$a_{s,min} = \max(0,26 \cdot f_{ctm} / f_{yk} \cdot b_w \cdot d; 0,0013 \cdot b_w \cdot d) = 0,00045 \text{ m}^2$$

$$a_{s,max} = 0,04 \cdot A_c = 0,0140 \text{ m}^2$$

$$\mathbf{A_{s,min} \leq A_s \leq A_{s,max}}$$

$$\mathbf{0,000449 \leq 0,00402 \leq 0,0140 \text{ m}^2}$$

VYHOVÍ

*Omezení výšky tlačené oblasti*

$$\xi = x/d = 0,3673$$

$$\xi_{bal} = 700/(700 + f_{yd}) = 0,6169$$

$$\xi \leq \xi_{bal}$$

$$0,3673 \leq 0,6169$$

VYHOVÍ

#### *Vzdálenost výztuže*

$$s_{min} = \max(1,2 \cdot \emptyset ; d_g + 5\text{mm} ; 20\text{mm}) = 38,4\text{mm}$$

$$s_{max} = \min(2h ; 300\text{mm}) = 300\text{mm}$$

$$s_{osová} = (b_w - 2 \cdot c_{nom} - \emptyset)/n - 1 = 97\text{mm} \leq s_{max} = 300\text{mm}$$

VYHOVÍ

$$s_{světlá} = s_{osová} - \emptyset = 65\text{mm} \geq s_{min} = 38,4\text{mm}$$

VYHOVÍ

#### *Kotevní délka*

$$f_{ctk0,05} = 2\text{MPa}$$

$$\sigma_{sd} = 434,78\text{MPa}$$

$$\alpha_{ct} = 1,0$$

$$\eta_1 = 1,0$$

$$\eta_2 = 1,0 (\emptyset \leq 32\text{mm})$$

$$f_{ctd} = (\alpha_{ct} \cdot f_{ctk0,05})/\gamma_c = 1,33\text{MPa}$$

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd} = 3\text{MPa}$$

$$\alpha_1 = 1; \alpha_2 = 1; \alpha_3 = 1; \alpha_4 = 0,7; \alpha_5 = 1$$

$$l_{b,rqd} = (\emptyset/4) \cdot (\sigma_{sd}/f_{bd}) = 1159,42\text{mm}$$

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd} = 811,5942\text{mm}$$

$$l_{bd} = 770\text{mm}$$

$$l_{b,min} = \max(0,3 \cdot l_{b,rqd} ; 10\emptyset ; 100\text{mm}) = 347,8261\text{mm}$$

$$l_{b,min} \leq l_{bd}$$

$$347,826 \leq 770\text{mm}$$

VYHOVÍ

#### Návrh a posouzení smykové výztuže

##### *Minimální návrhová únosnost ve smyku pro prvky bez smykové výztuže*

$$V_{Rd,c,min} = (v_{min} + k_1 \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d = 133,23\text{kN}$$

$$v_{min} = 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 380,645\text{kPa}$$

$$k = 1 + \sqrt{(200/d)} = 1,580 \leq 2$$

$$\rho_I = A_{sl}/(b_w \cdot d) = 0,011489 \leq 0,02$$

$$k_1 = 0,15$$

$$\sigma_{cp} = 0\text{MPa} (N_{Ed} = 0\text{kN})$$

*Návrhová hodnota únosnosti ve smyku*

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} k (100 \rho_l f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp}] b_w \cdot d = \mathbf{215,931 kN}$$

rozhoduje

$$C_{Rd,c} = 0,18/\gamma_c = 0,12$$

$$V_{Ed} = 434 kN \leq V_{Rd,c} = \mathbf{215,931 kN}$$

**NEVYHOVÍ**

**Je třeba navrhnout dodatečnou smykovou výztuž**

*Návrh smykové výztuže*

$$\emptyset = 8 \text{ mm}$$

$$n = 4 (\text{čtyřstřížné třmínky})$$

$$d = h - c_{\text{nom, tř}} - \emptyset_{\text{tř}}/2 = 666 \text{ mm}$$

$$\theta = 45^\circ$$

$$\cot \theta = 1$$

$$\tan \theta = 10,4$$

$$s_w = 110 \text{ mm}$$

$$A_{sw} = n \cdot ((\pi \cdot \emptyset_w^2)/4) = 201,0619 \text{ mm}^2$$

$$z = 0,9d = 599,4 \text{ mm}$$

$$f_{ywd} = 434,78 \text{ MPa}$$

*Únosnost ve smyku*

$$V_{Rd,s} = (A_{sw}/s) \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \cot \theta = 476,3499 \text{ kN}$$

rozhoduje

$$\alpha_{cw} = 1$$

$$v_1 = 0,6 \cdot (1 - (f_{ck}/250)) = 0,528$$

$$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd} / (\cot \theta + \tan \theta) = 1582,416 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = 434 kN \leq V_{Rd} = \mathbf{476,350 kN}$$

**VYHOVÍ**

**NÁVRH čtyřstřížné třmínky Ø8/110 mm**

Konstrukční zásady

*Minimální stupeň vyztužení*

$$\rho_{sw} = A_{sw} / (s \cdot b_w) = 0,003656$$

$$\rho_{sw,min} = (0,08 \cdot \sqrt{f_{ck}}) / f_{yk} = 0,000876$$

$$\rho_{sw} \geq \rho_{sw,min}$$

$$\mathbf{0,003656 \geq 0,000876}$$

**VYHOVÍ**

*Maximální příčná vzdálenost větví třmínků*

$$s_t = b_w - 2 \cdot c_{\text{nom, tř}} - \emptyset_{\text{tř}} = 432 \text{ mm}$$

$$s_{t,max} = \min(0,75d;600) = 499,5\text{mm}$$

$$s_t \leq s_{t,max}$$

$$432 \leq 499,5\text{mm}$$

**VYHOVÍ**

*Maximální podélná osová vzdálenost třmínků*

$$s_{l,max} = \min(0,75d;400) = 400\text{mm}$$

$$s_w \leq s_{l,max}$$

$$110 \leq 400\text{mm}$$

**VYHOVÍ**

#### 5.2.3.4 Mezní stav použitelnosti – směr y

Omezení průhybů

$$l = 4250\text{mm}$$

$$d = 595\text{mm}$$

$$K = 0,4$$

$$\rho = A_{s,req}/(b_w \cdot d) = 0,00441$$

$$\rho_0 = 10^{-3} \sqrt{f_{ck}} = 0,00548$$

$$\rho \leq \rho_0$$

$$\rho > \rho_0$$

**PLATÍ****NEPLATÍ**

Výpočet se tedy provede dle vzorce  $\frac{l}{d} = K \left[ 11 + 1,5\sqrt{f_{ck}} \frac{\rho_0}{\rho} + 3,2\sqrt{f_{ck}} \left( \frac{\rho_0}{\rho} - 1 \right)^{3/2} \right]$

$$(l/d)_{max} = 9,31\text{mm}$$

$$l/d = 7,14\text{mm} \leq (l/d)_{max} = 9,31\text{mm} \text{ VYHOVÍ}$$

**Lze tedy od výpočtu průhybů upustit**

### 5.3 Průvlak P3

#### Rozměry průvlaku

Rozměry		
Délka	mm	11300
$h$	mm	700
$b_w$	mm	500

#### 5.3.1 Zatížení

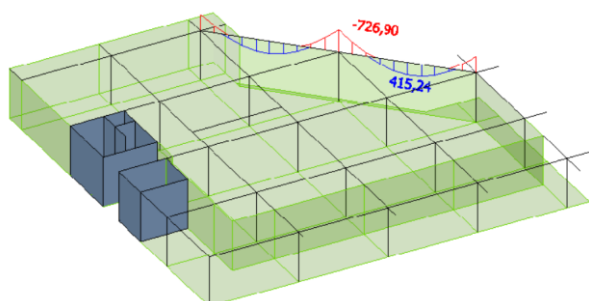
##### 5.3.1.1 Zatížení stálé a vlastní tíhou konstrukce

Hodnoty stálého zatížení a zatížení vlastní tíhou jsou převzaty z kapitoly č. 2 – Zatížení. Vlastní tíhu průvleků zavádí do výpočtu software Scia Engineer ve vlastním zatěžovacím stavu. Poloha vodorovných, svislých a dalších zatížení odpovídá schémátům uvedených v kapitolách definujících zatížení pro desky.

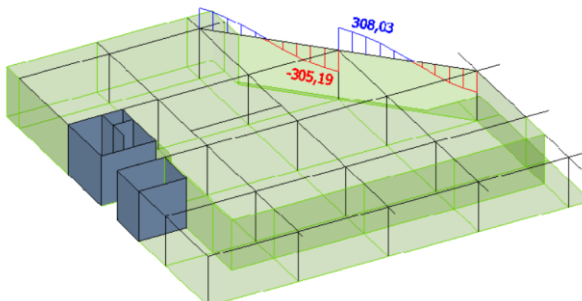
##### 5.3.1.2 Zatížení proměnné

Hodnoty proměnných zatížení jsou převzaty z kapitoly č. 2 – Zatížení. Poloha zatížení odpovídá schémátům uvedeným v kapitolách definujících zatížení pro desky.

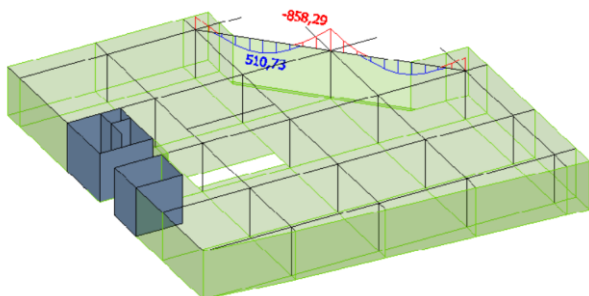
#### 5.3.2 Návrhové vnitřní síly



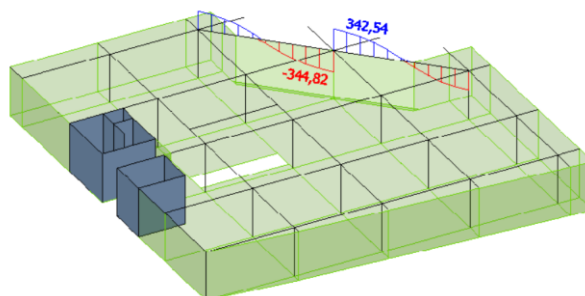
Ohybové momenty – 1.NP



Posouvající síly – 1.NP



Ohybové momenty – 2.NP



Posouvající síly – 2.NP

5.3.3 Návrh a posouzení*Návrhové vnitřní síly*

<i>Návrh. Vnitřní síly</i>		
$M_{Ed}^+$	$kN/m$	510
$M_{Ed}^-$	$kN/m$	858
$V_{Ed}$	$kN$	345

*Výpočet krytí - třmínky*

$$\varnothing_{tr} = 8mm$$

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 30mm$$

$$c_{min,tr} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - c_{dur,add}; 10mm) = 25mm$$

$$c_{min,b} = \varnothing = 8mm$$

$$c_{min,dur} = 25mm(XC3;S4)$$

$$c_{dur,\gamma} = 0mm$$

$$c_{dur,st} = 0mm$$

$$c_{dur,add} = 0mm$$

$$\Delta c_{dev} = 5mm$$

*Výpočet krytí - hlavní výztuž*

$$\varnothing = 32mm$$

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 40mm$$

$$c_{min,1} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - c_{dur,add}; 10mm) = 32mm$$

$$c_{min,2} = c_{min,tr} + \varnothing_{tr} = 33mm$$

$$c_{min} = \max(c_{min,1}; c_{min,2}) = 33mm$$

$$c_{min,b} = \varnothing = 32mm$$

$$c_{min,dur} = 25mm(XC3;S4)$$

$$c_{dur,\gamma} = 0mm$$

$$c_{dur,st} = 0mm$$

$$c_{dur,add} = 0mm$$

$$\Delta c_{dev} = 7mm$$

*Spolupůsobící šířka desky*

$$l_1 = 11300mm$$

$$l_1 = 11300mm$$

$$l_{0,1} = 0,85 \cdot l_1 = 9605mm$$

$$l_{0,12} = 0,15 \cdot (l_1 + l_2) = 3390mm$$

$$l_0 = 9605 \text{ mm}$$

$$b_1 = 2525 \text{ mm}$$

$$b_2 = 0 \text{ mm}$$

$$b_w = 500 \text{ mm}$$

$$b_{\text{eff},1} = 0,2 \cdot b_1 + 0,1 \cdot l_0 = 1466 \text{ mm}$$

$$b_{\text{eff},2} = 0,2 \cdot b_2 + 0,1 \cdot l_0 = 0 \text{ mm}$$

$$b_{\text{eff},1} = 1466 \leq 0,2 \cdot l_0 = 1921 \text{ mm}$$

$$\leq b_1 = 2525 \text{ mm}$$

$$b_{\text{eff},2} = 0 \leq 0,2 \cdot l_0 = 1921 \text{ mm}$$

$$\leq b_2 = 0 \text{ mm}$$

$$b = b_1 + b_2 + b_w = 3025 \text{ mm}$$

$$b_{\text{eff}} = \sum b_{\text{eff},i} + b_w = 1966 \text{ mm} \leq b = 3025 \text{ mm}$$

VYHOVÍ

VYHOVÍ

VYHOVÍ

VYHOVÍ

VYHOVÍ

#### 5.3.3.1 Mezní stav únosnosti

Návrh výztuže pro  $M_{ED}^+ = 510 \text{ kNm}$  - dolní ohybová výztuž

*Návrh*

$$\emptyset = 22 \text{ mm}$$

$$d = h - c_{\text{nom}} - \emptyset_{\text{pr},x} - \emptyset_{\text{pr},y} - \emptyset_{\text{pr}}/2 = 613 \text{ mm}$$

$$A_{s,\text{req}} = M_{Ed} / 0,9 \cdot d \cdot f_{yd} = 0,00213 \text{ m}^2$$

$$n_{\text{req}} = A_{s,\text{req}} \cdot 4 / \pi \cdot \emptyset^2 = 5,593193 \text{ ks}$$

$$n = 6 \text{ ks}$$

$$A_s = n \cdot (\pi \cdot \emptyset^2 / 4) = 0,00228 \text{ m}^2$$

**NÁVRH 6/Ø22 mm**

*Posouzení*

$$F_s = A_s \cdot f_{yd} = 991,6506 \text{ kN}$$

$$x = F_s / \eta \cdot \lambda \cdot b_{\text{eff}} \cdot f_{cd} = 0,031533 \text{ m}$$

$$M_{Rd} = F_s (d - 0,4x) = 595,374 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed}^+ = 510 \text{ kNm} \leq M_{Rd} = 595,374 \text{ kNm}$$

VYHOVÍ

Konstrukční zásady

*Minimální plocha výztuže*

$$f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$$

$$a_{s,\text{min}} = \max (0,26 \cdot f_{ctm} / f_{yk} \cdot b_w \cdot d ; 0,0013 \cdot b_w \cdot d) = 0,000567 \text{ m}^2$$

$$a_{s,\text{max}} = 0,04 \cdot A_c = 0,0140 \text{ m}^2$$

$$A_{s,\text{min}} \leq A_s \leq A_{s,\text{max}}$$



$$0,000567 \leq 0,00213 \leq 0,0140\text{m}^2$$

VYHOVÍ

*Omezení výšky tlačené oblasti*

$$\xi = x/d = 0,0514$$

$$\xi_{\text{bal}} = 700/(700 + f_{yd}) = 0,6169$$

$$\xi \leq \xi_{\text{bal}}$$

$$0,0514 \leq 0,6169$$

VYHOVÍ

*Vzdálenost výztuže*

$$s_{\text{min}} = \max(1,2 \cdot \emptyset ; d_g + 5\text{mm} ; 20\text{mm}) = 26,4\text{mm}$$

$$s_{\text{max}} = \min(2h ; 300\text{mm}) = 300\text{mm}$$

$$s_{\text{osová}} = (b_w - 2 \cdot c_{\text{nom}} - \emptyset)/n = 79,60\text{mm} \leq s_{\text{max}} = 300\text{mm}$$

VYHOVÍ

$$s_{\text{světlá}} = s_{\text{osová}} - \emptyset = 57,60\text{mm} \geq s_{\text{min}} = 26,4\text{mm}$$

VYHOVÍ

*Kotevní délka*

$$f_{\text{ctk}0,05} = 2\text{MPa}$$

$$\sigma_{\text{sd}} = 434,78\text{MPa}$$

$$\alpha_{\text{ct}} = 1,0$$

$$\eta_1 = 1,0$$

$$\eta_2 = 1,0 (\emptyset \leq 32\text{mm})$$

$$f_{\text{ctd}} = (\alpha_{\text{ct}} \cdot f_{\text{ctk}0,05})/\gamma_c = 1,33\text{MPa}$$

$$f_{\text{bd}} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{\text{ctd}} = 3\text{MPa}$$

$$\alpha_1 = 1; \alpha_2 = 1; \alpha_3 = 1; \alpha_4 = 0,7; \alpha_5 = 1$$

$$l_{\text{b,rqd}} = (\emptyset/4) \cdot (\sigma_{\text{sd}}/f_{\text{bd}}) = 797,10\text{mm}$$

$$l_{\text{bd}} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{\text{b,rqd}} = 557,971\text{mm}$$

$$l_{\text{bd}} = 560\text{mm}$$

$$l_{\text{b,min}} = \max(0,3 \cdot l_{\text{b,rqd}} ; 10\emptyset ; 100\text{mm}) = 239,1304\text{mm}$$

$$l_{\text{b,min}} \leq l_{\text{bd}}$$

$$239,13 \leq 560\text{mm}$$

VYHOVÍ

Návrh výztuže pro  $M_{\text{ED}} = 858 \text{ kNm}$  - horní ohybová výztuž

*Návrh*

$$\emptyset = 32\text{mm}$$

$$d = h - c_{\text{nom,d}} - \emptyset_{\text{x,d}} - \emptyset_{\text{y,d}} - \emptyset_{\text{pr,x}} - \emptyset_{\text{pr,y}} - \emptyset_{\text{pr}}/2 = 563\text{mm}$$

$$A_{\text{s,req}} = M_{\text{Ed}} / 0,9 \cdot d \cdot f_{yd} = 0,00389\text{m}^2$$

$$n_{\text{req}} = A_{s,\text{req}} \cdot 4 / \pi \cdot \varnothing^2 = 4,831265 \text{ ks}$$

$$n = 6 \text{ ks}$$

$$A_s = n \cdot (\pi \cdot \varnothing^2 / 4) = 0,00483 \text{ m}^2$$

**NÁVRH 6/Ø32 mm**

*Posouzení*

$$F_s = A_s \cdot f_{yd} = 2098,038 \text{ kN}$$

$$x = F_s / \eta_l \cdot \lambda \cdot b \cdot f_{cd} = 0,262255 \text{ m}$$

$$M_{Rd} = F_s(d - 0,4x) = 961,107 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed} = 856 \text{ kNm} \leq M_{Rd} = 961,107 \text{ kNm}$$

**VYHOVÍ**

Konstrukční zásady

*Minimální plocha výztuže*

$$f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$$

$$a_{s,\text{min}} = \max(0,26 \cdot f_{ctm} / f_{yk} \cdot b_w \cdot d ; 0,0013 \cdot b_w \cdot d) = 0,00042 \text{ m}^2$$

$$a_{s,\text{max}} = 0,04 \cdot A_c = 0,0140 \text{ m}^2$$

$$A_{s,\text{min}} \leq A_s \leq A_{s,\text{max}}$$

$$0,000425 \leq 0,00483 \leq 0,0140 \text{ m}^2$$

**VYHOVÍ**

*Omezení výšky tlačené oblasti*

$$\xi = x/d = 0,4658$$

$$\xi_{\text{bal}} = 700 / (700 + f_{yd}) = 0,6169$$

$$\xi \leq \xi_{\text{bal}}$$

$$0,4658 \leq 0,6169$$

**VYHOVÍ**

*Vzdálenost výztuže*

$$s_{\text{min}} = \max(1,2 \cdot \varnothing ; d_g + 5 \text{ mm} ; 20 \text{ mm}) = 38,4 \text{ mm}$$

$$s_{\text{max}} = \min(2h ; 300 \text{ mm}) = 300 \text{ mm}$$

$$s_{\text{osová}} = (b_w - 2 \cdot c_{\text{nom}} - \varnothing) / n - 1 = 77,60 \text{ mm} \leq s_{\text{max}} = 300 \text{ mm}$$

**VYHOVÍ**

$$s_{\text{světlá}} = s_{\text{osová}} - \varnothing = 45,60 \text{ mm} \geq s_{\text{min}} = 38,4 \text{ mm}$$

**VYHOVÍ**

*Kotevní délka*

$$f_{ctk0,05} = 2 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{sd} = 434,78 \text{ MPa}$$

$$\alpha_{ct} = 1,0$$

$$\eta_1 = 1,0$$

$$\eta_2 = 1,0 (\varnothing \leq 32 \text{ mm})$$

$$f_{ctd} = (\alpha_{ct} \cdot f_{ctk0,05}) / \gamma_c = 1,33 \text{ MPa}$$

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd} = 3 \text{ MPa}$$

$$\alpha_1 = 1; \alpha_2 = 1; \alpha_3 = 1; \alpha_4 = 0,7; \alpha_5 = 1$$

$$l_{b,rqd} = (\varnothing/4) \cdot (\sigma_{sd} / f_{bd}) = 1159,42 \text{ mm}$$

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd} = 811,5942 \text{ mm}$$

$$l_{bd} = 770 \text{ mm}$$

$$l_{b,min} = \max(0,3 \cdot l_{b,rqd}; 10\varnothing; 100 \text{ mm}) = 347,8261 \text{ mm}$$

$$l_{b,min} \leq l_{bd}$$

$$347,826 \leq 770 \text{ mm}$$

**VYHOVÍ**

#### Návrh a posouzení smykové výztuže

*Minimální návrhová únosnost ve smyku pro prvky bez smykové výztuže*

$$V_{Rd,c,min} = (v_{min} + k_1 \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d = 135,29 \text{ kN}$$

$$v_{min} = 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 386,533 \text{ kPa}$$

$$k = 1 + \sqrt{(200/d)} = 1,596 \leq 2$$

$$\rho_I = A_{sl} / (b_w \cdot d) = 0,013787 \leq 0,02$$

$$k_1 = 0,15$$

$$\sigma_{cp} = 0 \text{ MPa} (N_{Ed} = 0 \text{ kN})$$

#### *Návrhová hodnota únosnosti ve smyku*

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} k (100 \rho_I f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp}] b_w \cdot d = 231,821 \text{ kN}$$

rozhoduje

$$C_{Rd,c} = 0,18 / \gamma_c = 0,12$$

$$V_{Ed} = 345 \text{ kN} \leq V_{Rd,c} = 231,821 \text{ kN}$$

**NEVYHOVÍ**

**Je třeba navrhnout dodatečnou smykovou výztuž**

#### *Návrh smykové výztuže*

$$\varnothing = 8 \text{ mm}$$

$$n = 4 (\text{čtyřstřížné třmínky})$$

$$d = h - c_{nom,tř} - \varnothing_{tř}/2 = 666 \text{ mm}$$

$$\theta = 45^\circ$$

$$\cot \theta = 1$$

$$\tan \theta = 1$$

$$s_w = 140 \text{ mm}$$

$$A_{sw} = n \cdot ((\pi \cdot \varnothing_w^2) / 4) = 201,0619 \text{ mm}^2$$

$$z = 0,9d = 599,4 \text{ mm}$$

$$f_{ywd} = 434,78 \text{ MPa}$$

*Únosnost ve smyku*

$$V_{Rd,s} = (A_{sw}/s) \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \cot\theta = 374,2749 \text{ kN}$$

rozhoduje

$$\alpha_{cw} = 1$$

$$v_1 = 0,6 \cdot (1 - (f_{ck}/250)) = 0,528$$

$$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd}/(\cot\theta + \tan\theta) = 1582,416 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = 345 \text{ kN} \leq V_{Rd} = 374,275 \text{ kN}$$

**VYHOVÍ****NÁVRH čtyřstržné trminky Ø8/140 mm**Konstrukční zásady*Minimální stupeň vyztužení*

$$\rho_{sw} = A_{sw}/(s \cdot b_w) = 0,002872$$

$$\rho_{sw,min} = (0,08 \cdot \sqrt{f_{ck}})/f_{yk} = 0,000876$$

$$\rho_{sw} \geq \rho_{sw,min}$$

$$0,002872 \geq 0,000876$$

**VYHOVÍ***Maximální příčná vzdálenost větví trminků*

$$s_t = b_w - 2 \cdot c_{nom,tř} - \emptyset_{tř} = 432 \text{ mm}$$

$$s_{t,max} = \min(0,75d; 600) = 499,5 \text{ mm}$$

$$s_t \leq s_{t,max}$$

$$432 \leq 499,5 \text{ mm}$$

**VYHOVÍ***Maximální podélná osová vzdálenost trminků*

$$s_{l,max} = \min(0,75d; 400) = 400 \text{ mm}$$

$$s_w \leq s_{l,max}$$

$$140 \leq 400 \text{ mm}$$

**VYHOVÍ**

## 5.3.3.2 Mezní stav použitelnosti

*Tlaková výztuž*

$$\varnothing = 16\text{mm}$$

$$d = h - c_{\text{nom}} - \varnothing/2 = 652\text{mm}$$

$$A_s = n \cdot (\pi \cdot \varnothing^2/4) = 0,00121\text{m}^2$$

$$n = 6$$

$$\rho' = A_s/(b_w \cdot d) = 0,003701$$

Výpočet účinného rozpětí průvlaku :

$$l_{\text{eff}} = l_n + a_1 + a_2 = 11100\text{mm}$$

$$l_n = 10600\text{mm}$$

$$a_1 = \min(1/2h; 1/2t) = 250\text{mm} = 500\text{mm}(\text{uložení na sloup})$$

$$a_2 = \min(1/2h; 1/2t) = 250\text{mm} = 500\text{mm}(\text{uložení na sloup})$$

Omezení průhybů

$$l = 11300\text{mm}$$

$$d = 613\text{mm}$$

$$K = 1,3$$

$$\rho = A_{s,\text{req}}/(b_w \cdot d) = 0,00694$$

$$\rho_0 = 10^{-3} \sqrt{f_{ck}} = 0,00548$$

$$\rho \leq \rho_0$$

$$\rho > \rho_0$$

**NEPLATÍ****PLATÍ**

Výpočet se tedy provede dle vzorce  $\frac{l}{d} = K \left[ 11 + 1,5 \sqrt{f_{ck}} \frac{\rho_0}{\rho - \rho'} + \frac{1}{12} \sqrt{f_{ck}} \left( \frac{\rho}{\rho_0} \right) \right] \cdot 7/l_{\text{eff}}$

Pro nosníky s rozpětím větším jak 7m:

$$7/l_{\text{eff}} = 0,630631$$

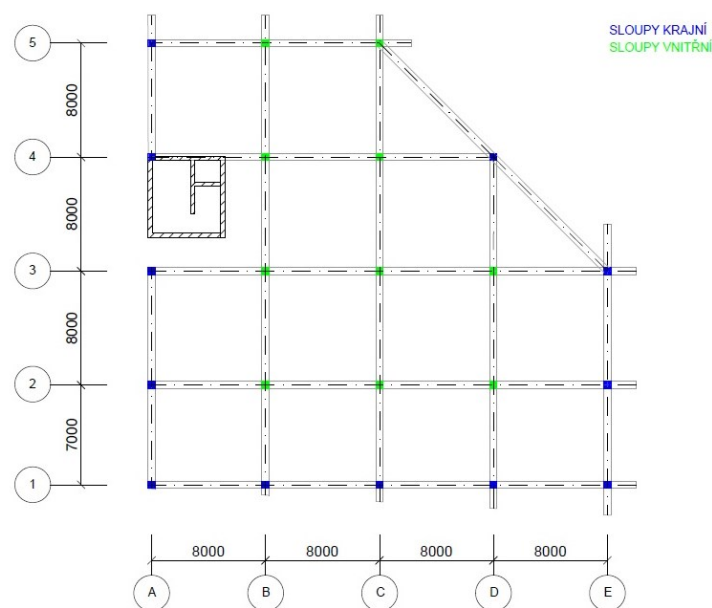
$$(l/d)_{\text{max}} = 20,30\text{mm}$$

$$l/d = 18,43\text{mm} \leq (l/d)_{\text{max}} = 20,30\text{mm} \text{ VYHOVÍ}$$

**Lze tedy od výpočtu průhybů upustit**

## 6 Sloupy

Pro výpočet byly sloupy rozděleny do skupin sloupů krajních a sloupů vnitřních. Do skupiny sloupů vnitřních byly přidány sloupy C5 a B5 (značení vycházející ze základního rastru na stavebních výkresech), které hodnotami zjištěných vnitřních sil odpovídaly spíše zatíženým sloupům vnitřním. Vzhledem k velkým hodnotám vnitřních sil a jejich vzájemnému působení byl výpočet řešen zvlášť pro směr y a směr z, a tedy bylo v závěru výpočtu nutno uvážit dvojosé namáhání ohybem.



Sloupy - rozdělení

### Základní charakteristiky materiálů sloupu

Popis	Velikost	Výpočet	Hodnota	Jednotka
Třída betonu - C30/37	$f_{ck}$	-	30	MPa
	$f_{cd}$	$f_{ck}/\gamma_c$	20	
	$E_{cm}$	-	32	GPa
	$\gamma_c$	-	1,5	-
	$f_{ctm}$	-	2,9	MPa
	$f_{ctk,0,05}$	-	2,0	
	$f_{ctd}$	$(\alpha_{ct} \cdot f_{ctk,0,05})/\gamma_c$	1,3	
	$\epsilon_{c2}$	-	2,0	‰
	$\epsilon_{cu2}$	-	3,5	‰
	$\epsilon_{c3}$	-	1,8	‰
	$\epsilon_{cu3}$	-	3,5	‰
Třída oceli - B500B	$f_{yk}$	-	500	MPa
	$f_{yd}$	$f_{yk}/\gamma_s$	434,78	
	$E_s$	-	210	GPa
	$\gamma_s$	-	1,15	-
	$\epsilon_{yd}$	$f_{yd}/E_s$	2,07	

## 6.1 Sloupy vnitřní

### 6.1.1 Zatížení

#### 6.1.1.1 Zatížení stálé a vlastní tíhou konstrukce

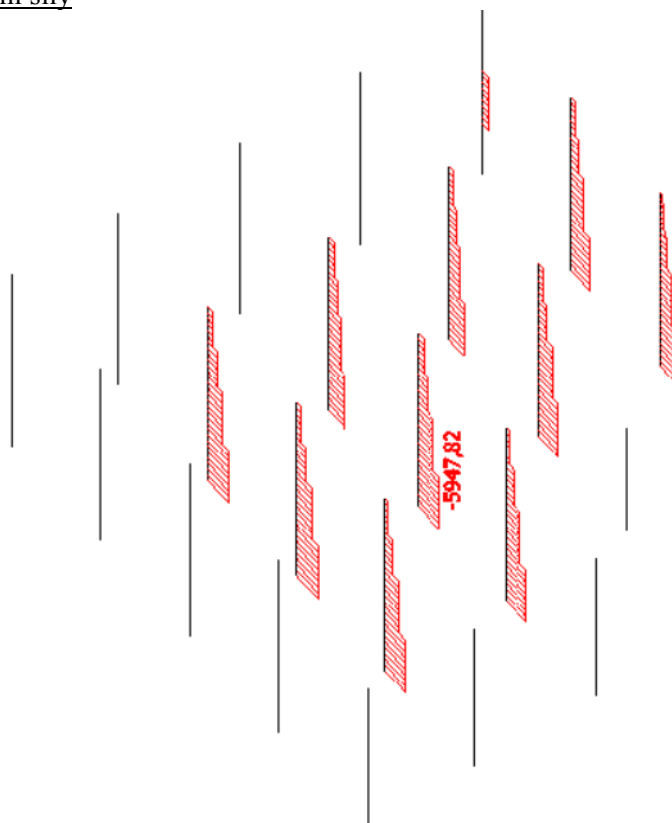
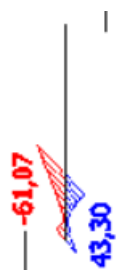
Hodnoty stálého zatížení a zatížení vlastní tíhou jsou převzaty z kapitoly č. 2 – Zatížení. Vlastní tíhu sloupů zavádí do výpočtu software Scia Engineer ve vlastním zatěžovacím stavu. Poloha vodorovných, svislých a dalších zatížení odpovídá schématům uvedených v kapitolách definujících zatížení pro desky.

#### 6.1.1.2 Zatížení proměnné

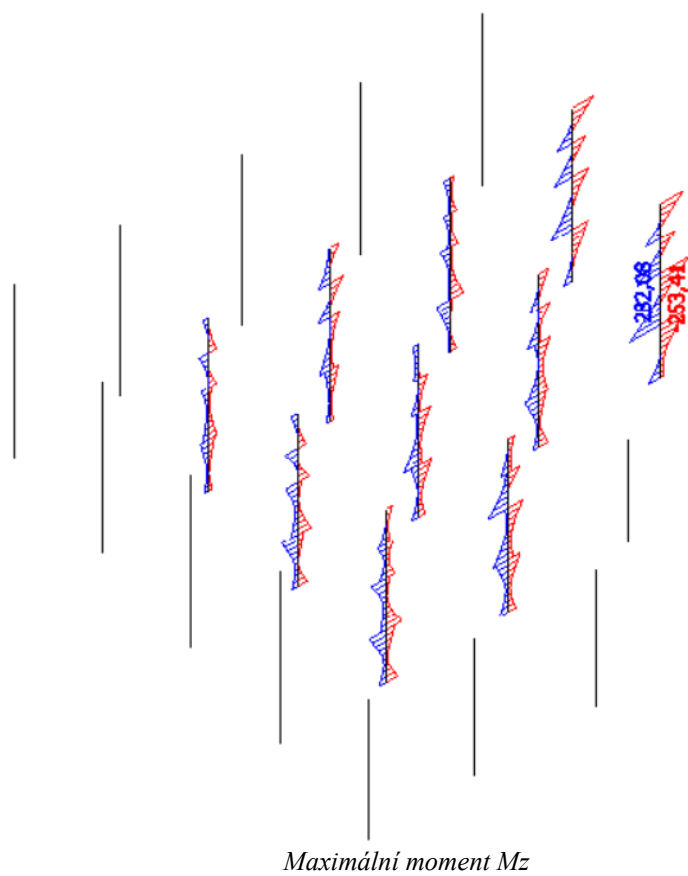
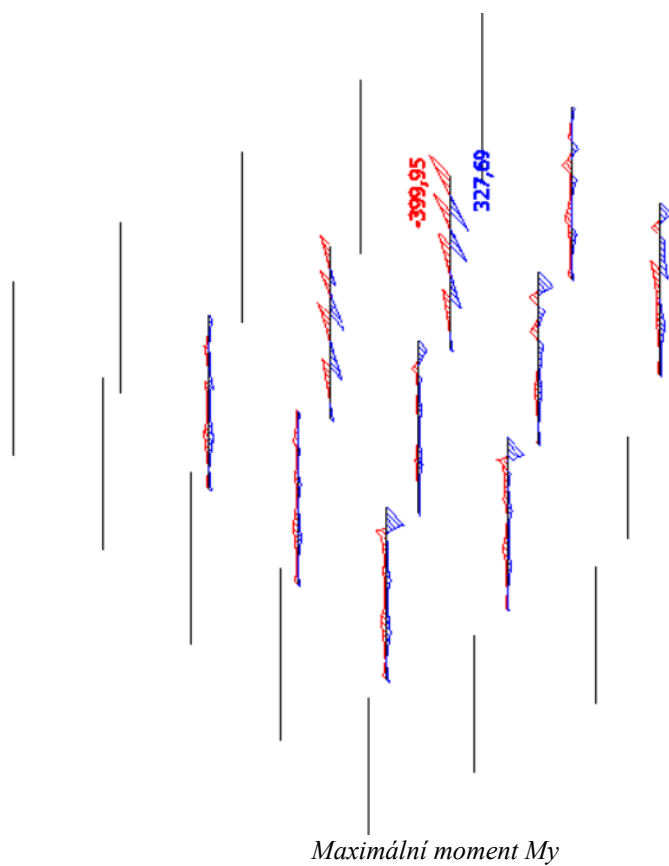
Hodnoty proměnných zatížení jsou převzaty z kapitoly č. 2 – Zatížení. Poloha zatížení odpovídá schématům uvedeným v kapitolách definujících zatížení pro desky. Hodnoty zatížení od větru do stěn jsou uvedeny níže.

*Hodnoty zatížení větrem do stěn*

	A	B	C	D	E	Jedn.
<i>Vítr příčný do stěn 1 a 2</i>	-0,686	-0,720	-0,457	0,530	-0,373	$kN/m^2$
<i>Vítr podélný do stěn 1 a 2</i>	-0,857	-0,714	-0,457	0,529	-0,371	$kN/m^2$

6.1.2 Návrhové vnitřní síly*Maximální normálová síla**Príslušný moment  $M_y$* *Príslušný moment  $M_y$*





6.1.3 Návrh a posouzení

## 6.1.3.1 Mezní stav únosnosti – kombinace normálové síly s ohybovým momentem ve směru Y

*Rozměry sloupu*

<i>Rozměry</i>		<i>1.NP</i>	<i>2.NP</i>	<i>3.NP</i>	<i>4.NP</i>	<i>Celkem</i>
<i>Výška</i>	<i>mm</i>	4500	4500	3000	3000	15000
<i>h</i>	<i>mm</i>	500				
<i>b</i>	<i>mm</i>	500				

*Dimenzační vnitřní síly – přehled*

<i>Návrhové vnitřní síly</i>					
<i>M<sub>max</sub></i>	<i>kN/m</i>	-399,9	<i>N<sub>max</sub></i>	<i>kN</i>	-5947,9
<i>N<sub>přísl</sub></i>	<i>kN</i>	-1021,02	<i>M<sub>přísl</sub></i>	<i>kN/m</i>	-61,27

*Výpočet krytí - třmínky*

$$\varnothing_{tř} = 8\text{mm}$$

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 30\text{mm}$$

$$c_{min,tř} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - c_{dur,add}; 10\text{mm}) = 25\text{mm}$$

$$c_{min,b} = \varnothing = 8\text{mm}$$

$$c_{min,dur} = 25\text{mm(XC3;S4)}$$

$$c_{dur,\gamma} = 0\text{mm}$$

$$c_{dur,st} = 0\text{mm}$$

$$c_{dur,add} = 0\text{mm}$$

$$\Delta c_{dev} = 5\text{mm}$$

*Výpočet krytí - hlavní výztuž*

$$\varnothing = 32\text{mm}$$

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 40\text{mm}$$

$$c_{min,1} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - c_{dur,add}; 10\text{mm}) = 32\text{mm}$$

$$c_{min,2} = c_{min,tř} + \varnothing_{tř} = 33\text{mm}$$

$$c_{min} = \max(c_{min,1}; c_{min,2}) = 33\text{mm}$$

$$c_{min,b} = \varnothing = 32\text{mm}$$

$$c_{min,dur} = 25\text{mm(XC3;S4)}$$

$$c_{dur,\gamma} = 0\text{mm}$$

$$c_{dur,st} = 0\text{mm}$$

$$c_{dur,add} = 0\text{mm}$$

$$\Delta c_{dev} = 7\text{mm}$$

### Návrh

$$\varnothing = 32\text{mm}$$

$$d = h - c_{nom} - \varnothing/2 = 444\text{mm}$$

$$d_2 = c_{nom} + \varnothing/2 = 56\text{mm}$$

$$z_1 = z_2 = h/2 - c_{nom} - \varnothing/2 = 194,0\text{mm}$$

$$n = 4$$

$$A_{s,1} = A_{s,2} = n \cdot (\pi \cdot \varnothing^2/4) = 0,00322\text{m}^2$$

$$A_c = b \cdot h = 0,25\text{m}^2$$

$$F_{s1} = F_{s2} = A_{s1,2} \cdot f_{yd} = 1398,692\text{kN}$$

$$\sum(A_{s1} + A_{s2}) \cdot f_{yd} = 2797,383\text{kN}$$

$$0,1N_{Ed} = 594,785\text{kN}$$

$$\sum(A_{s1} + A_{s2}) \cdot f_{yd} \geq 0,1N_{Ed}$$

$$2797,383 \geq 594,79\text{kN}$$

$$\mathbf{NÁVRH \quad 8/\varnothing 32 \text{ mm}}$$

**VYHOVÍ**

### Ověření štíhlosti sloupu - max. normálová síla

#### *Skutečná štíhlost*

$$l_{max} = 4500\text{mm}$$

$$l_0 = 0,7 \cdot l = 3150\text{mm}$$

$$I = b^4/12 = 0,0052\text{m}^4$$

$$i = \sqrt{I/A} = 0,144$$

$$\lambda = l_0/i = 21,82$$

#### *Limitní štíhlost*

$$M_{01} = -20,24\text{kN}$$

$$M_{02} = -61,27\text{kN} \mid M_{02} \mid \geq \mid M_{01} \mid$$

$$n = N_{Ed}/A_c \cdot f_{cd} = 1,190$$

$$\omega = (A_s \cdot f_{yd})/(A_c \cdot f_{cd}) = 0,280$$

$$r_m = M_{01}/M_{02} = 0,330$$

$$A = 0,7$$

$$B = \sqrt{1 + 2\omega} = 1,249(\text{konz } 1,1)$$

$$C = 1,7 - r_m = 1,370(\text{konz } 0,7)$$

$$\lambda_{lim} = (20 \cdot A \cdot B \cdot C)/\sqrt{n} = 21,96$$

**PLATÍ**

$$\lambda_{\text{lim}} \geq \lambda$$

$$21,955 \geq 21,8$$

VYHOVÍ

### Ověření štíhlosti sloupu - max. ohybový moment

Skutečná štíhlost

$$l_{\text{max}} = 4500 \text{ mm}$$

$$l_0 = 0,7 \cdot l = 3150 \text{ mm}$$

$$I = b^4/12 = 0,0052 \text{ m}^4$$

$$i = \sqrt{I/A} = 0,144$$

$$\lambda = l_0/i = 21,82$$

Limitní štíhlost

$$M_{01} = 327,65 \text{ kN}$$

$$M_{02} = -399,9 \text{ kN} \quad |M_{02}| \geq |M_{01}|$$

$$n = N_{\text{Ed}}/A_c \cdot f_{\text{cd}} = 0,204$$

$$\omega = (A_s \cdot f_{\text{yd}})/(A_c \cdot f_{\text{cd}}) = 0,280$$

$$r_m = M_{01}/M_{02} = -0,819$$

$$A = 0,7$$

$$B = \sqrt{1 + 2\omega} = 1,249$$

$$C = 1,7 - r_m = 2,519$$

$$\lambda_{\text{lim}} = (20 \cdot A \cdot B \cdot C)/\sqrt{n} = 97,47$$

$$\lambda_{\text{lim}} \geq \lambda$$

$$97,470 \geq 21,8$$

PLATÍ

VYHOVÍ

### Posouzení

Zvětšené návrhové ohybové momenty

$$e_i = l_0/400 = 7,875 \text{ mm}$$

$$M_{\text{Ed,max}} = M_{\text{max}} + e_i \cdot N_{\text{přisl}}$$

$$M_{\text{Ed,přisl}} = M_{\text{přisl}} + e_i \cdot N_{\text{max}}$$

Návrhové vnitřní síly

Návrhové vnitřní síly					
$M_{\text{max}}$	$\text{kN/m}$	-399,9	$N_{\text{max}}$	$\text{kN}$	-5947,9
$N_{\text{přisl}}$	$\text{kN}$	-1021,02	$M_{\text{přisl}}$	$\text{kN/m}$	-61,27
$M_{\text{Ed,max}}$	$\text{kN/m}$	-407,9	$M_{\text{Ed,přisl}}$	$\text{kN/m}$	-108,11

*Interakční diagram*

$$\lambda=0,8$$

$$\eta=1$$

$$\xi_{bal,1} = \epsilon_{cu3}/(\epsilon_{cu3} + \epsilon_{yd})=0,628$$

$$\xi_{bal,2} = \epsilon_{cu3}/(\epsilon_{cu3} - \epsilon_{yd})=2,448$$

*Bod 0*

$$\sigma_s = E_s \cdot \epsilon_{c2} = 420 \text{MPa}$$

$$N_{Rd,0} = - (b \cdot h \cdot \eta \cdot f_{cd} + A_{s1} \cdot \sigma_s + A_{s2} \cdot \sigma_s) = -7702,27 \text{kN}$$

$$M_{Rd,0} = (A_{s1} \cdot \sigma_s \cdot z_1 - A_{s2} \cdot \sigma_s \cdot z_2) = 0 \text{kNm}$$

*Bod 1*

$$N_{Rd,1} = - (\lambda \cdot b \cdot d \cdot \eta \cdot f_{cd} + A_{s2} \cdot f_{yd}) = -4950,69 \text{kN}$$

$$M_{Rd,1} = \lambda \cdot b \cdot d \cdot \eta \cdot f_{cd} \cdot 0,5(h - \lambda \cdot d) + A_{s2} \cdot f_{yd} \cdot z_2 = 528,511 \text{kNm}$$

*Bod 2*

$$N_{Rd,bal} = - (\lambda \cdot \xi_{bal,1} \cdot b \cdot d \cdot \eta \cdot f_{cd} + A_{s1} \cdot f_{yd} - A_{s2} \cdot f_{yd}) = -2231,8 \text{kN}$$

$$M_{Rd,bal} = \lambda \cdot \xi_{bal,1} \cdot b \cdot d \cdot \eta \cdot f_{cd} \cdot 0,5(h - \lambda \cdot \xi_{bal,1} \cdot d) + A_{s2} \cdot f_{yd} \cdot z_2 + A_{s1} \cdot f_{yd} \cdot z_1 = 851,5958 \text{kNm}$$

*Bod 3*

$$N_{Rd,3} = 0 \text{kN}$$

$$x = F_{s1}/\lambda \cdot b \cdot \eta \cdot f_{cd} = 0,175 \text{m}$$

$$M_{Rd,3} = F_{s1} (d - 0,4 \cdot x) = 523,2022 \text{kNm}$$

*Bod 4*

$$N_{Rdt,bal} = F_{s1} = 1398,692 \text{kN}$$

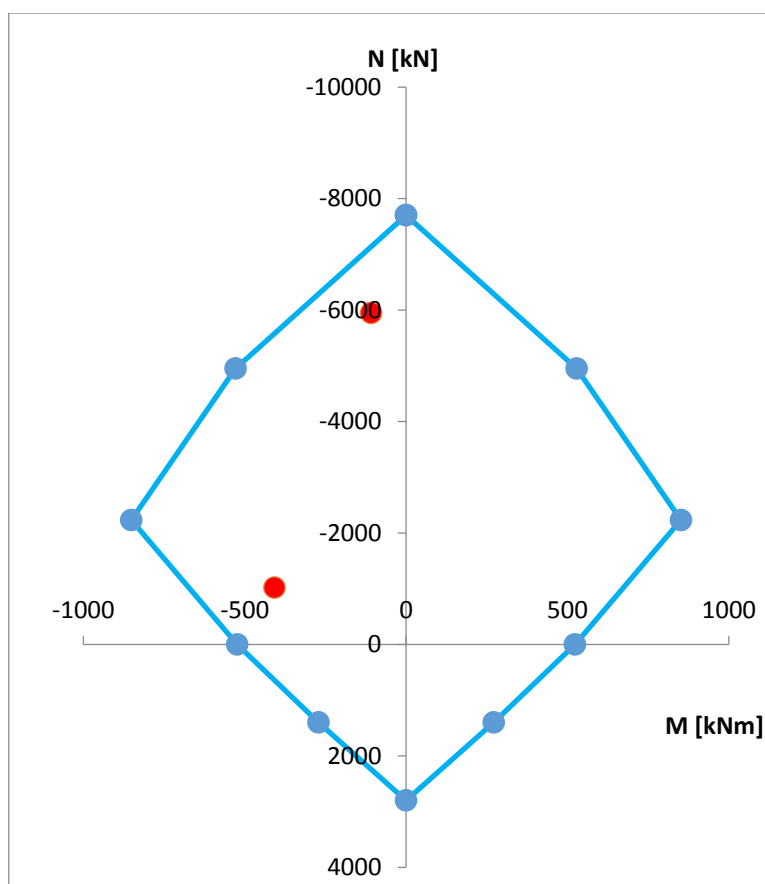
$$M_{Rdt,bal} = F_{s1} \cdot z_1 = 271,3462 \text{kNm}$$

*Bod 5*

$$N_{Rdt,5} = F_{s1} + F_{s2} = 2797,383 \text{kN}$$

$$M_{Rdt,5l} = F_{s1} \cdot z_1 - F_{s2} \cdot z_2 = 0 \text{kNm}$$

<i>Návrhové vnitřní síly</i>					
$M_{Edmax}$	$kN/m$	<b>-407,9</b>	$N_{max}$	$kN$	<b>-5947,9</b>
$N_{přisl}$	$kN$	<b>-1021,02</b>	$M_{Ed,přisl}$	$kN/m$	<b>-108,11</b>



### Konstrukční zásady - hlavní podélná výztuž

#### *Minimální plocha výztuže*

$$f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$$

$$A_{s,min} = 0,1 \cdot N_{Ed} / f_{yd} = 0,001368 \text{ m}^2$$

$$A_{s,min} \geq 0,002 \cdot A_c = 0,0005 \text{ m}^2$$

$$A_{s,max} = 0,04 \cdot A_c = 0,010 \text{ m}^2$$

$$A_{s,min} \leq A_s \leq A_{s,max}$$

$$0,00137 \leq 0,00643 \leq 0,010 \text{ m}^2$$

**VYHOVÍ**

**VYHOVÍ**

#### *Využití výztuže - tažené*

$$\xi = x/d = 0,394$$

$$\xi_{bal} = \epsilon_{cu3} / (\epsilon_{cu3} + \epsilon_{yd}) = 0,628$$

$$\xi < \xi_{bal}$$

$$0,394 < 0,628$$

**VYHOVÍ**

#### *Využití výztuže - tlačené*

$$\xi = x/d_2 = 3,122$$

$$\xi_{bal} = \epsilon_{cu3} / (\epsilon_{cu3} + \epsilon_{yd}) = 0,628$$

$$\xi > \xi_{bal}$$

$$3,122 > 0,628$$

VYHOVÍ

*Vzdálenost výztuže*

$$s_{min} = \max(1,2 \cdot \emptyset ; d_g + 5\text{mm} ; 20\text{mm}) = 38,4\text{mm}$$

$$s_{max} = 400\text{mm}$$

$$s_{osová} = (b - 2 \cdot c_{nom} - \emptyset)/3 = 129,333\text{mm} \leq s_{max} = 400\text{mm}$$

VYHOVÍ

$$s_{světlá} = s_{osová} - \emptyset = 97,333\text{mm} \geq s_{min} = 38,4\text{mm}$$

VYHOVÍ

*Kotevní délka*

$$f_{ctk0,05} = 2\text{MPa}$$

$$\sigma_{sd} = 434,78\text{MPa}$$

$$\alpha_{ct} = 1,0$$

$$\eta_1 = 1,0$$

$$\eta_2 = 1,0 (\emptyset \leq 32\text{mm})$$

$$f_{ctd} = (\alpha_{ct} \cdot f_{ctk0,05})/\gamma_c = 1,33\text{MPa}$$

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd} = 3,0\text{MPa}$$

$$\alpha_1 = 1; \alpha_2 = 1; \alpha_3 = 1; \alpha_4 = 0,7; \alpha_5 = 1$$

$$l_{b,rqd} = (\emptyset/4) \cdot (\sigma_{sd}/f_{bd}) = 1159,42\text{mm}$$

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd} = 811,5942\text{mm}$$

$$l_{bd} = 820\text{mm}$$

$$l_{b,min} = \max(0,3 \cdot l_{b,rqd} ; 10\emptyset ; 100\text{mm}) = 347,8261\text{mm}$$

$$l_{b,min} \leq l_{bd}$$

$$347,826 \leq 820\text{mm}$$

VYHOVÍ

Konstrukční zásady - třmínky

*Minimální profil třmínku*

$$\emptyset_{sw,min} = \max(6\text{mm}; \emptyset/4) = 8\text{mm}$$

$$\emptyset_{sw,min} \leq \emptyset_{tr}$$

$$8 \leq 8\text{mm}$$

VYHOVÍ

*Maximální osová vzdálenost*

$$s_{max} = \min(20 \cdot \emptyset ; b ; h ; 400\text{mm}) = 400\text{mm}$$

*Osová vzdálenost nad/pod deskou*

$$0,6 \cdot s_w = 240\text{mm}$$

## 6.1.3.2 Mezní stav únosnosti - kombinace normálové síly s ohybovým momentem ve směru Z

*Dimenzační vnitřní síly – přehled*

<i>Návrhové vnitřní síly</i>					
$M_{max}$	$kN/m$	282,3	$N_{max}$	$kN$	-5947,9
$N_{přisl}$	$kN$	-3031,81	$M_{přisl}$	$kN/m$	-115,65

*Výpočet krytí - třmínky*

$$\emptyset_{tr} = 8mm$$

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 30mm$$

$$c_{min,tr} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - c_{dur,add}; 10mm) = 25mm$$

$$c_{min,b} = \emptyset = 8mm$$

$$c_{min,dur} = 25mm(XC3;S4)$$

$$c_{dur,\gamma} = 0mm$$

$$c_{dur,st} = 0mm$$

$$c_{dur,add} = 0mm$$

$$\Delta c_{dev} = 5mm$$

*Výpočet krytí - hlavní výztuž*

$$\emptyset = 32mm$$

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 40mm$$

$$c_{min,1} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - c_{dur,add}; 10mm) = 32mm$$

$$c_{min,2} = c_{min,tr} + \emptyset_{tr} = 33mm$$

$$c_{min} = \max(c_{min,1}; c_{min,2}) = 33mm$$

$$c_{min,b} = \emptyset = 32mm$$

$$c_{min,dur} = 25mm(XC3;S4)$$

$$c_{dur,\gamma} = 0mm$$

$$c_{dur,st} = 0mm$$

$$c_{dur,add} = 0mm$$

$$\Delta c_{dev} = 7mm$$

Návrh

$$\emptyset = 32mm$$

$$d = h - c_{nom} - \emptyset/2 = 444mm$$

$$d_2 = c_{nom} + \emptyset/2 = 56mm$$



$$z_1 = z_2 = h/2 - c_{\text{nom}} - \varnothing/2 = 194,0\text{mm}$$

$$n = 4$$

$$A_{s,1} = A_{s,2} = n \cdot (\pi \cdot \varnothing^2/4) = 0,00322\text{m}^2$$

$$A_c = b \cdot h = 0,25\text{m}^2$$

$$F_{s1} = F_{s2} = A_{s1,2} \cdot f_{yd} = 1398,692\text{kN}$$

$$\Sigma(A_{s1} + A_{s2}) \cdot f_{yd} = 2797,383\text{kN}$$

$$0,1N_{Ed} = 594,785\text{kN}$$

$$\Sigma(A_{s1} + A_{s2}) \cdot f_{yd} \geq 0,1N_{Ed}$$

$$2797,383 \geq 594,79\text{kN}$$

VYHOVÍ

**NÁVRH 8/Ø32 mm**Ověření štíhlosti sloupu - max. normálová síla*Skutečná štíhlost*

$$l_{\text{max}} = 4500\text{mm}$$

$$l_0 = 0,7 \cdot l = 3150\text{mm}$$

$$I = b^4/12 = 0,0052\text{m}^4$$

$$i = \sqrt{I/A} = 0,144$$

$$\lambda = l_0/i = 21,82$$

*Limitní štíhlost*

$$M_{01} = -68,25\text{kN}$$

$$M_{02} = 115,6\text{kN} \quad |M_{02}| \geq |M_{01}|$$

PLATÍ

$$n = N_{Ed}/A_c \cdot f_{cd} = -55,041,190$$

$$\omega = (A_s \cdot f_{yd})/(A_c \cdot f_{cd}) = 0,280$$

$$r_m = M_{01}/M_{02} = -0,590$$

$$A = 0,7$$

$$B = \sqrt{1 + 2\omega} = 1,249(\text{konz } 1,1)$$

$$C = 1,7 - r_m = 2,290(\text{konz } 0,7)$$

$$\lambda_{\text{lim}} = (20 \cdot A \cdot B \cdot C)/\sqrt{n} = 36,71$$

$$\lambda_{\text{lim}} \geq \lambda$$

$$36,714 \geq 21,8$$

VYHOVÍ

Ověření štíhlosti sloupu - max. ohybový moment*Skutečná štíhlost*

$$l_{\text{max}} = 4500\text{mm}$$

$$l_0 = 0,7 \cdot l = 3150\text{mm}$$

$$I = b^4/12 = 0,0052 \text{m}^4$$

$$i = \sqrt{I/A} = 0,144$$

$$\lambda = l_0/i = 21,82$$

#### Limitní štíhlost

$$M_{01} = -253,64 \text{kN}$$

$$M_{02} = 282,27 \text{kN} \quad |M_{02}| \geq |M_{01}|$$

PLATÍ

$$n = N_{Ed}/A_c \cdot f_{cd} = 0,606$$

$$\omega = (A_s \cdot f_{yd})/(A_c \cdot f_{cd}) = 0,280$$

$$r_m = M_{01}/M_{02} = -0,899$$

$$A = 0,7$$

$$B = \sqrt{1 + 2\omega} = 1,249$$

$$C = 1,7 - r_m = 2,599$$

$$\lambda_{lim} = (20 \cdot A \cdot B \cdot C)/\sqrt{n} = 58,34$$

$$\lambda_{lim} \geq \lambda$$

$$58,34 \geq 21,8$$

VYHOVÍ

#### Posouzení

##### Zvětšené návrhové ohybové momenty

$$e_i = l_0/400 = 7,875 \text{mm}$$

$$M_{Ed,max} = M_{max} + e_i \cdot N_{přisl}$$

$$M_{Ed,přisl} = M_{přisl} + e_i \cdot N_{max}$$

#### Návrhové vnitřní síly

Návrhové vnitřní síly					
$M_{max}$	$kN/m$	282,3	$N_{max}$	$kN$	-5947,9
$N_{přisl}$	$kN$	-3031,81	$M_{přisl}$	$kN/m$	-115,65
$M_{Ed,max}$	$kN/m$	258,4	$M_{Ed,přisl}$	$kN/m$	-162,49

#### Interakční diagram

$$\lambda = 0,8$$

$$\eta = 1$$

$$\xi_{bal,1} = \epsilon_{cu3}/(\epsilon_{cu3} + \epsilon_{yd}) = 0,628$$

$$\xi_{bal,2} = \epsilon_{cu3}/(\epsilon_{cu3} - \epsilon_{yd}) = 2,448$$

#### Bod 0

$$\sigma_s = E_s \cdot \epsilon_{c2} = 420 \text{MPa}$$

$$N_{Rd,0} = - (b \cdot h \cdot \eta \cdot f_{cd} + A_{s1} \cdot \sigma_s + A_{s2} \cdot \sigma_s) = -7702,27 \text{kN}$$

$$M_{Rd,0} = (A_{s1} \cdot \sigma_s \cdot z_1 - A_{s2} \cdot \sigma_s \cdot z_2) = 0 \text{kNm}$$

*Bod 1*

$$N_{Rd,1} = -(\lambda \cdot b \cdot d \cdot \eta \cdot f_{cd} + A_{s2} \cdot f_{yd}) = -4950,69 \text{ kN}$$

$$M_{Rd,1} = \lambda \cdot b \cdot d \cdot \eta \cdot f_{cd} \cdot 0,5(h - \lambda \cdot d) + A_{s2} \cdot f_{yd} \cdot z_2 = 528,511 \text{ kNm}$$

*Bod 2*

$$N_{Rd,bal} = -(\lambda \cdot \xi_{bal,1} \cdot b \cdot d \cdot \eta \cdot f_{cd} + A_{s1} \cdot f_{yd} - A_{s2} \cdot f_{yd}) = -2231,8 \text{ kN}$$

$$M_{Rd,bal} = \lambda \cdot \xi_{bal,1} \cdot b \cdot d \cdot \eta \cdot f_{cd} \cdot 0,5(h - \lambda \cdot \xi_{bal,1} \cdot d) + A_{s2} \cdot f_{yd} \cdot z_2 + A_{s1} \cdot f_{yd} \cdot z_1 = 851,5958 \text{ kNm}$$

*Bod 3*

$$N_{Rd,3} = 0 \text{ kN}$$

$$x = F_{s1} / \lambda \cdot b \cdot \eta \cdot f_{cd} = 0,175 \text{ m}$$

$$M_{Rd,3} = F_{s1} (d - 0,4 \cdot x) = 523,2022 \text{ kNm}$$

*Bod 4*

$$N_{Rdt,bal} = F_{s1} = 1398,692 \text{ kN}$$

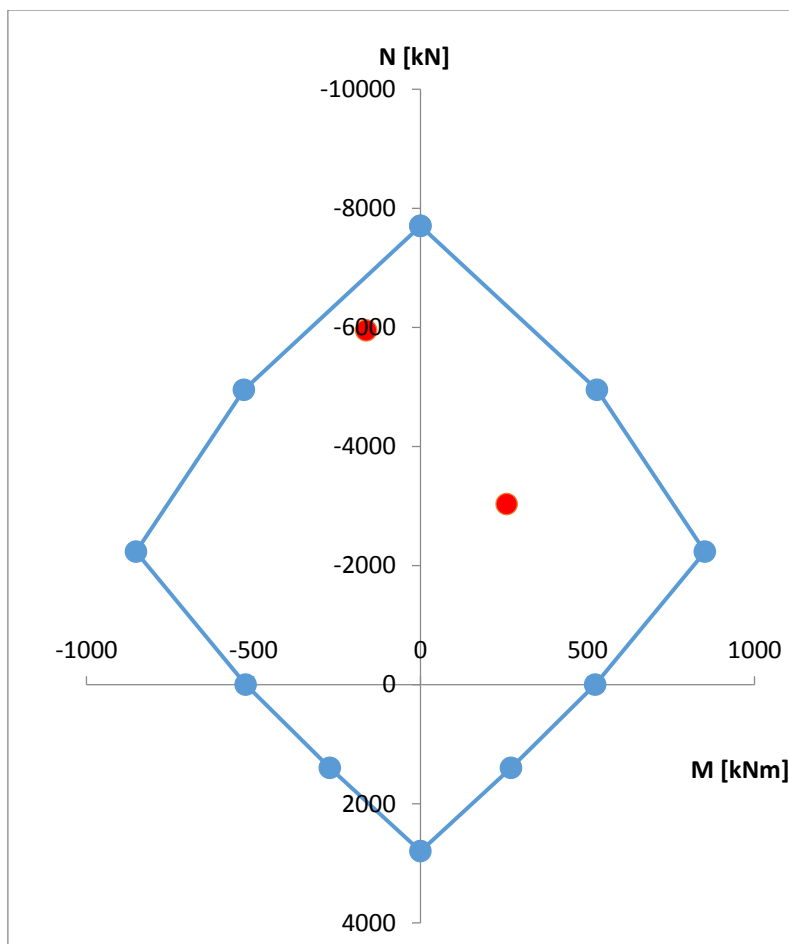
$$M_{Rdt,bal} = F_{s1} \cdot z_1 = 271,3462 \text{ kNm}$$

*Bod 5*

$$N_{Rdt,5} = F_{s1} + F_{s2} = 2797,383 \text{ kN}$$

$$M_{Rdt,5l} = F_{s1} \cdot z_1 - F_{s2} \cdot z_2 = 0 \text{ kNm}$$

<i>Návrhové vnitřní síly</i>					
$M_{Edmax}$	$kN/m$	<b>258,4</b>	$N_{max}$	$kN$	<b>-5947,9</b>
$N_{přisl}$	$kN$	<b>-3031,81</b>	$M_{Ed,přisl}$	$kN/m$	<b>-162,49</b>



### Konstrukční zásady - hlavní podélná výztuž

#### *Minimální plocha výztuže*

$$f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$$

$$A_{s,min} = 0,1 \cdot N_{Ed} / f_{yd} = 0,001368 \text{ m}^2$$

$$A_{s,min} \geq 0,002 \cdot A_c = 0,0005 \text{ m}^2$$

$$A_{s,max} = 0,04 \cdot A_c = 0,010 \text{ m}^2$$

$$A_{s,min} \leq A_s \leq A_{s,max}$$

$$0,00137 \leq 0,00643 \leq 0,010 \text{ m}^2$$

**VYHOVÍ**

**VYHOVÍ**

#### *Využití výztuže - tažené*

$$\xi = x/d = 0,394$$

$$\xi_{bal} = \epsilon_{cu3} / (\epsilon_{cu3} + \epsilon_{yd}) = 0,628$$

$$\xi < \xi_{bal}$$

$$0,394 < 0,628$$

**VYHOVÍ**

#### *Využití výztuže - tlačené*

$$\xi = x/d_2 = 3,122$$

$$\xi_{bal} = \epsilon_{cu3} / (\epsilon_{cu3} + \epsilon_{yd}) = 0,628$$

$$\xi > \xi_{bal}$$

$$3,122 > 0,628$$

VYHOVÍ

*Vzdálenost výztuže*

$$s_{min} = \max(1,2 \cdot \emptyset ; d_g + 5\text{mm} ; 20\text{mm}) = 38,4\text{mm}$$

$$s_{max} = 400\text{mm}$$

$$s_{osová} = (b - 2 \cdot c_{nom} - \emptyset)/3 = 129,333\text{mm} \leq s_{max} = 400\text{mm}$$

VYHOVÍ

$$s_{světlá} = s_{osová} - \emptyset = 97,333\text{mm} \geq s_{min} = 38,4\text{mm}$$

VYHOVÍ

*Kotevní délka*

$$f_{ctk0,05} = 2\text{MPa}$$

$$\sigma_{sd} = 434,78\text{MPa}$$

$$\alpha_{ct} = 1,0$$

$$\eta_1 = 1,0$$

$$\eta_2 = 1,0 (\emptyset \leq 32\text{mm})$$

$$f_{ctd} = (\alpha_{ct} \cdot f_{ctk0,05})/\gamma_c = 1,33\text{MPa}$$

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd} = 3,0\text{MPa}$$

$$\alpha_1 = 1; \alpha_2 = 1; \alpha_3 = 1; \alpha_4 = 0,7; \alpha_5 = 1$$

$$l_{b,rqd} = (\emptyset/4) \cdot (\sigma_{sd}/f_{bd}) = 1159,42\text{mm}$$

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd} = 811,5942\text{mm}$$

$$l_{bd} = 820\text{mm}$$

$$l_{b,min} = \max(0,3 \cdot l_{b,rqd} ; 10\emptyset ; 100\text{mm}) = 347,8261\text{mm}$$

$$l_{b,min} \leq l_{bd}$$

$$347,826 \leq 820\text{mm}$$

VYHOVÍ

Konstrukční zásady - třmínky

*Minimální profil třmínku*

$$\emptyset_{sw,min} = \max(6\text{mm}; \emptyset/4) = 8\text{mm}$$

$$\emptyset_{sw,min} \leq \emptyset_{tr}$$

$$8 \leq 8\text{mm}$$

VYHOVÍ

*Maximální osová vzdálenost*

$$s_{max} = \min(20 \cdot \emptyset ; b ; h ; 400\text{mm}) = 400\text{mm}$$

*Osová vzdálenost nad/pod deskou*

$$0,6 \cdot s_w = 240\text{mm}$$

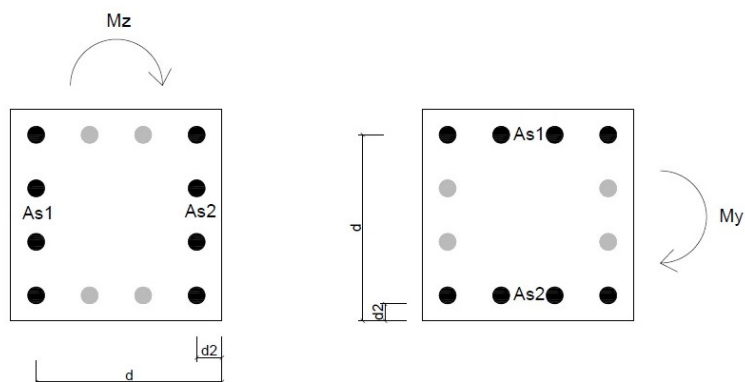
Dvojosé namáhání ohybem

Schéma průřezu s působením momentů při dvojosém namáhání ohybem

*Posouzení štíhlosti**Maximální normálová síla a příslušný ohybový moment*

$$\lambda_y/\lambda_z = 1 \leq 2$$

**VYHOVÍ**

$$\lambda_z/\lambda_y = 1 \leq 2$$

**VYHOVÍ***Maximální ohybový momenta příslušná normálová síla*

$$\lambda_y/\lambda_z = 1 \leq 2$$

**VYHOVÍ**

$$\lambda_z/\lambda_y = 1 \leq 2$$

**VYHOVÍ***Posouzení poměrné výstřednosti**Maximální normálová síla a příslušný ohybový moment*

$$b_{eq} = i_y \cdot \sqrt{12} = 0,5$$

$$h_{eq} = i_z \cdot \sqrt{12} = 0,5$$

$$e_z = M_{Edy} / N_{Ed} = 0,010301$$

$$e_y = M_{Edz} / N_{Ed} = 0,019444$$

$$(e_y/h_{eq}) / (e_z/b_{eq}) = 1,888 \leq 0,2$$

**NEVYHOVÍ**

$$(e_z/b_{eq}) / (e_y/h_{eq}) = 0,530 \leq 0,2$$

**NEVYHOVÍ***Maximální ohybový moment a příslušná normálová síla*

$$b_{eq} = i_y \cdot \sqrt{12} = 0,5$$

$$h_{eq} = i_z \cdot \sqrt{12} = 0,5$$

$$e_z = M_{Edy} / N_{Ed} = 0,392$$

$$e_y = M_{Edz} / N_{Ed} = 0,093$$

$$(e_y/h_{eq}) / (e_z/b_{eq}) = 0,238 \leq 0,2$$

NEVYHOVÍ

$$(e_z/b_{eq}) / (e_y/h_{eq}) = 4,207 \leq 0,2$$

NEVYHOVÍ

**Je nutno uvážit dvojosé namáhání ohybem.**

*Maximální normálová síla a příslušný ohybový moment*

$$N_{Rd} = A_c \cdot f_{cd} + A_s \cdot f_{yd} = 7797,383 \text{ kN}$$

$$N_{Ed}/N_{Rd} = 0,762801$$

$$a = 1,605$$

$$M_{Rdz} = 851,6 \text{ kNm}$$

$$M_{Rdy} = 851,6 \text{ kNm}$$

$$(M_{Edz}/M_{Rdz})^a + (M_{Edy}/M_{Rdy})^a = 0,055 \leq 1,0$$

VYHOVÍ

*Maximální ohybový moment a příslušná normálová síla*

$$N_{Rd} = A_c \cdot f_{cd} + A_s \cdot f_{yd} = 7797,383 \text{ kN}$$

$$N_{Edy}/N_{Rd} = 0,131$$

$$a_1 = 1,026$$

$$N_{Edz}/N_{Rd} = 0,389$$

$$a_2 = 1,241$$

$$M_{Rdz} = 851,6 \text{ kNm}$$

$$M_{Rdy} = 851,6 \text{ kNm}$$

$$(M_{Edz}/M_{Rdz})^{a_1} + (M_{Edy}/M_{Rdy})^{a_1} = 0,783 \leq 1,0$$

VYHOVÍ

$$(M_{Edz}/M_{Rdz})^{a_2} + (M_{Edy}/M_{Rdy})^{a_2} = 0,645 \leq 1,0$$

VYHOVÍ

## 6.2 Sloupy krajní

### 6.2.1 Zatížení

#### 6.2.1.1 Zatížení stálé a vlastní tíhou konstrukce

Hodnoty stálého zatížení a zatížení vlastní tíhou jsou převzaty z kapitoly č. 2 – Zatížení. Vlastní tíhu sloupů zavádí do výpočtu software Scia Engineer ve vlastním zatěžovacím stavu. Poloha vodorovných, svislých a dalších zatížení odpovídá schémátům uvedených v kapitolách definujících zatížení pro desky.

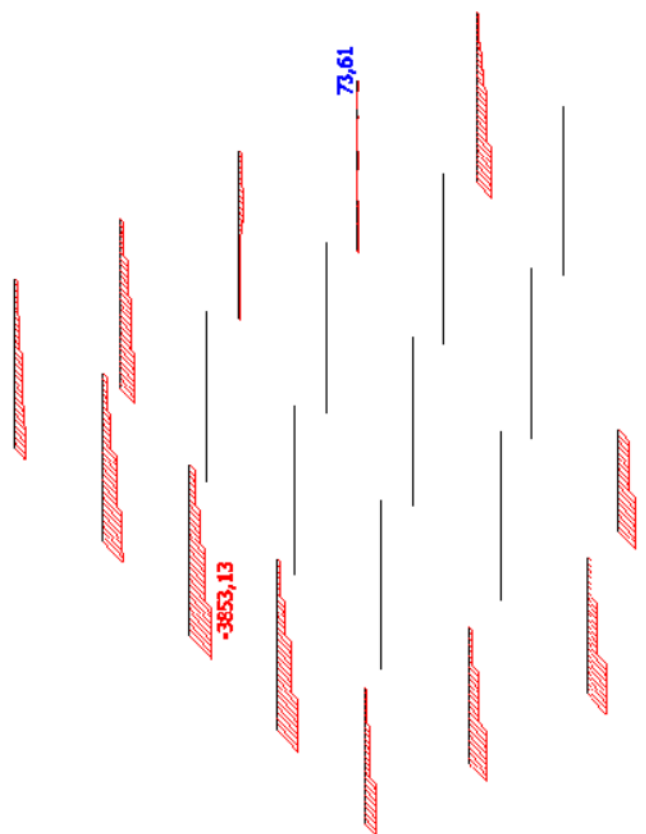
#### 6.2.1.2 Zatížení proměnné

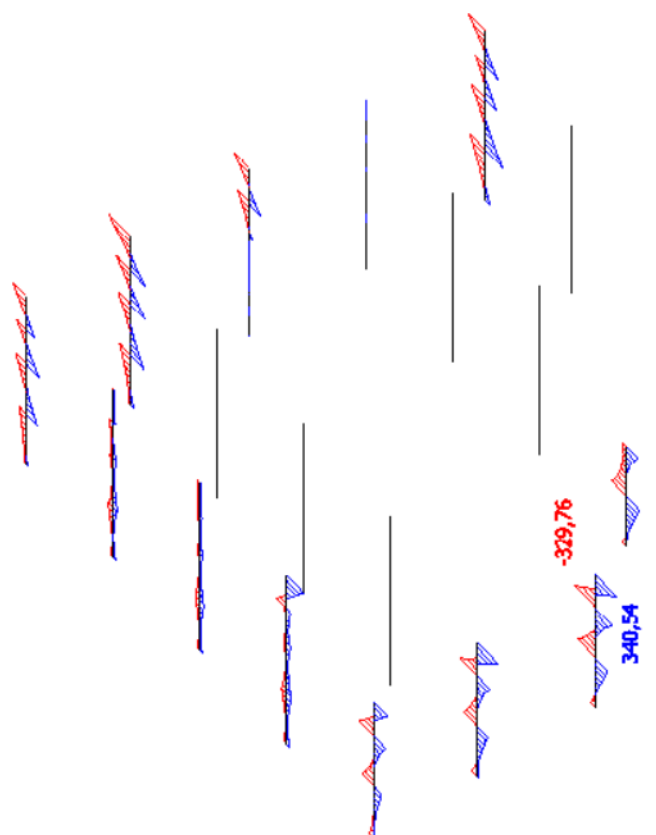
Hodnoty proměnných zatížení jsou převzaty z kapitoly č. 2 – Zatížení. Poloha zatížení odpovídá schémátům uvedeným v kapitolách definujících zatížení pro. Hodnoty zatížení od větru do stěn jsou uvedeny níže.

*Hodnoty zatížení větrem do stěn*

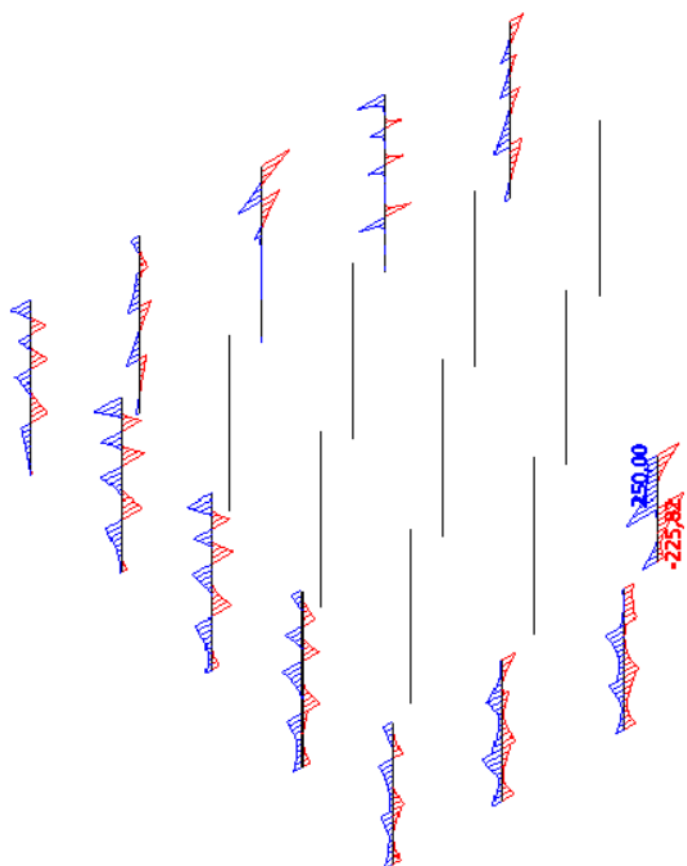
	A	B	C	D	E	Jedn.
<i>Vítr příčný do stěn 1 a 2</i>	-0,686	-0,720	-0,457	0,530	-0,373	$kN/m^2$
<i>Vítr podélný do stěn 1 a 2</i>	-0,857	-0,714	-0,457	0,529	-0,371	$kN/m^2$



6.2.2 Návrhové vnitřní síly*Maximální normálová síla**Příslušný moment  $M_y$* *Příslušný moment  $M_z$*

Maximální moment  $M_y$ 

Příslušná normálová síla

Maximální moment  $M_z$ 

Příslušná normálová síla



6.2.3 Návrh a posouzení

## 6.2.3.1 Mezní stav únosnosti – kombinace normálové síly a ohybového momentu ve směru Y

*Rozměry sloupu*

<i>Rozměry</i>		<i>1.NP</i>	<i>2.NP</i>	<i>3.NP</i>	<i>4.NP</i>	<i>Celkem</i>
<i>Výška</i>	<i>mm</i>	4500	4500	3000	3000	15000
<i>h</i>	<i>mm</i>	500				
<i>b</i>	<i>mm</i>	500				

*Dimenzační vnitřní síly – přehled*

<i>Návrhové vnitřní síly</i>					
<i>M<sub>max</sub></i>	<i>kN/m</i>	-340,6	<i>N<sub>max</sub></i>	<i>kN</i>	-3853,0
<i>N<sub>přísl</sub></i>	<i>kN</i>	-624,75	<i>M<sub>přísl</sub></i>	<i>kN/m</i>	63,13

*Výpočet krytí - třmínky*

$$\varnothing_{tr} = 8\text{mm}$$

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 30\text{mm}$$

$$c_{min,tr} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - c_{dur,add}; 10\text{mm}) = 25\text{mm}$$

$$c_{min,b} = \varnothing = 8\text{mm}$$

$$c_{min,dur} = 25\text{mm}(\text{XC3};\text{S4})$$

$$c_{dur,\gamma} = 0\text{mm}$$

$$c_{dur,st} = 0\text{mm}$$

$$c_{dur,add} = 0\text{mm}$$

$$\Delta c_{dev} = 5\text{mm}$$

*Výpočet krytí - hlavní výztuž*

$$\varnothing = 28\text{mm}$$

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 40\text{mm}$$

$$c_{min,1} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - c_{dur,add}; 10\text{mm}) = 28\text{mm}$$

$$c_{min,2} = c_{min,tr} + \varnothing_{tr} = 33\text{mm}$$

$$c_{min} = \max(c_{min,1}; c_{min,2}) = 33\text{mm}$$

$$c_{min,b} = \varnothing = 28\text{mm}$$

$$c_{min,dur} = 25\text{mm}(\text{XC3};\text{S4})$$

$$c_{dur,\gamma} = 0\text{mm}$$

$$c_{dur,st} = 0\text{mm}$$

$$c_{dur,add} = 0\text{mm}$$

$$\Delta c_{dev} = 7\text{mm}$$

Návrh

$$\varnothing = 28\text{mm}$$

$$d = h - c_{\text{nom}} - \varnothing/2 = 446\text{mm}$$

$$d_2 = c_{\text{nom}} + \varnothing/2 = 54\text{mm}$$

$$z_1 = z_2 = h/2 - c_{\text{nom}} - \varnothing/2 = 196,0\text{mm}$$

$$n = 4$$

$$A_{s,1} = A_{s,2} = n \cdot (\pi \cdot \varnothing^2/4) = 0,00246\text{m}^2$$

$$A_c = b \cdot h = 0,25\text{m}^2$$

$$F_{s1} = F_{s2} = A_{s1,2} \cdot f_{yd} = 1070,873\text{kN}$$

$$\Sigma(A_{s1} + A_{s2}) \cdot f_{yd} = 2141,747\text{kN}$$

$$0,1N_{Ed} = 385,301\text{kN}$$

$$\Sigma(A_{s1} + A_{s2}) \cdot f_{yd} \geq 0,1N_{Ed}$$

$$2141,747 \geq 385,301\text{kN}$$

VYHOVÍ

**NÁVRH 8/Ø28 mm**Ověření štíhlosti sloupu - max. normálová síla*Skutečná štíhlost*

$$l_{\text{max}} = 4500\text{mm}$$

$$l_0 = 0,7 \cdot l = 3150\text{mm}$$

$$I = b^4/12 = 0,0052\text{m}^4$$

$$i = \sqrt{I/A} = 0,144$$

$$\lambda = l_0/i = 21,82$$

*Limitní štíhlost*

$$M_{01} = 34,56\text{kN}$$

$$M_{02} = 63,13\text{kN} \quad |M_{02}| \geq |M_{01}|$$

PLATÍ

$$n = N_{Ed}/A_c \cdot f_{cd} = 0,771$$

$$\omega = (A_s \cdot f_{yd})/(A_c \cdot f_{cd}) = 0,214$$

$$r_m = M_{01}/M_{02} = 0,547$$

$$A = 0,7$$

$$B = \sqrt{1 + 2\omega} = 1,195(\text{konz } 1,1)$$

$$C = 1,7 - r_m = 1,153(\text{konz } 0,7)$$

$$\lambda_{\text{lim}} = (20 \cdot A \cdot B \cdot C)/\sqrt{n} = 21,97$$

$$\lambda_{\text{lim}} \geq \lambda$$

$$21,968 \geq 21,8$$

VYHOV

Ověření štíhlosti sloupu - max. ohybový moment*Skutečná štíhlost*

$$l_{\max} = 4500 \text{ mm}$$

$$l_0 = 0,7 \cdot l = 3150 \text{ mm}$$

$$I = b^4/12 = 0,0052 \text{ m}^4$$

$$i = \sqrt{I/A} = 0,144$$

$$\lambda = l_0/i = 21,82$$

*Limitní štíhlost*

$$M_{01} = -329,89 \text{ kN}$$

$$M_{02} = 340,6 \text{ kN} \quad |M_{02}| \geq |M_{01}|$$

**PLATÍ**

$$n = N_{Ed}/A_c \cdot f_{cd} = 0,125$$

$$\omega = (A_s \cdot f_{yd})/(A_c \cdot f_{cd}) = 0,214$$

$$r_m = M_{01}/M_{02} = -0,969$$

$$A = 0,7$$

$$B = \sqrt{1 + 2\omega} = 1,195$$

$$C = 1,7 - r_m = 2,669$$

$$\lambda_{\lim} = (20 \cdot A \cdot B \cdot C)/\sqrt{n} = 126,31$$

$$\lambda_{\lim} \geq \lambda$$

$$126,31 \geq 21,8$$

**VYHOVÍ**Posouzení*Zvětšené návrhové ohybové momenty*

$$e_i = l_0/400 = 7,875 \text{ mm}$$

$$M_{Ed, \max} = M_{\max} + e_i \cdot N_{\text{přisl}}$$

$$M_{Ed, \text{přisl}} = M_{\text{přisl}} + e_i \cdot N_{\max}$$

*Návrhové vnitřní síly*

Návrhové vnitřní síly					
$M_{\max}$	$\text{kN/m}$	-399,9	$N_{\max}$	$\text{kN}$	<b>-5947,9</b>
$N_{\text{přisl}}$	$\text{kN}$	<b>-1021,02</b>	$M_{\text{přisl}}$	$\text{kN/m}$	63,13
$M_{Ed, \max}$	$\text{kN/m}$	<b>-407,9</b>	$M_{Ed, \text{přisl}}$	$\text{kN/m}$	<b>16,29</b>

*Interakční diagram*

$$\lambda = 0,8$$

$$\eta = 1$$

$$\xi_{\text{bal},1} = \epsilon_{\text{cu}3}/(\epsilon_{\text{cu}3} + \epsilon_{\text{yd}}) = 0,628$$

$$\xi_{\text{bal},2} = \epsilon_{\text{cu}3}/(\epsilon_{\text{cu}3} - \epsilon_{\text{yd}}) = 2,448$$

*Bod 0*

$$\sigma_s = E_s \cdot \varepsilon_{c2} = 420 \text{MPa}$$

$$N_{Rd,0} = - (b \cdot h \cdot \eta \cdot f_{cd} + A_{s1} \cdot \sigma_s + A_{s2} \cdot \sigma_s) = -7068,93 \text{kN}$$

$$M_{Rd,0} = (A_{s1} \cdot \sigma_s \cdot z_1 - A_{s2} \cdot \sigma_s \cdot z_2) = 0 \text{kNm}$$

*Bod 1*

$$N_{Rd,1} = - (\lambda \cdot b \cdot d \cdot \eta \cdot f_{cd} + A_{s2} \cdot f_{yd}) = -4638,87 \text{kN}$$

$$M_{Rd,1} = \lambda \cdot b \cdot d \cdot \eta \cdot f_{cd} \cdot 0,5(h - \lambda \cdot d) + A_{s2} \cdot f_{yd} \cdot z_2 = 465,36 \text{kNm}$$

*Bod 2*

$$N_{Rd,bal} = - (\lambda \cdot \xi_{bal,1} \cdot b \cdot d \cdot \eta \cdot f_{cd} + A_{s1} \cdot f_{yd} - A_{s2} \cdot f_{yd}) = -2241,85 \text{kN}$$

$$M_{Rd,bal} = \lambda \cdot \xi_{bal,1} \cdot b \cdot d \cdot \eta \cdot f_{cd} \cdot 0,5(h - \lambda \cdot \xi_{bal,1} \cdot d) + A_{s2} \cdot f_{yd} \cdot z_2 + A_{s1} \cdot f_{yd} \cdot z_1 = 728,9503 \text{kNm}$$

*Bod 3*

$$N_{Rd,3} = 0 \text{kN}$$

$$x = F_{s1} / \lambda \cdot b \cdot \eta \cdot f_{cd} = 0,134 \text{m}$$

$$M_{Rd,3} = F_{s1} (d - 0,4 \cdot x) = 420,271 \text{kNm}$$

*Bod 4*

$$N_{Rdt,bal} = F_{s1} = 1070,873 \text{kN}$$

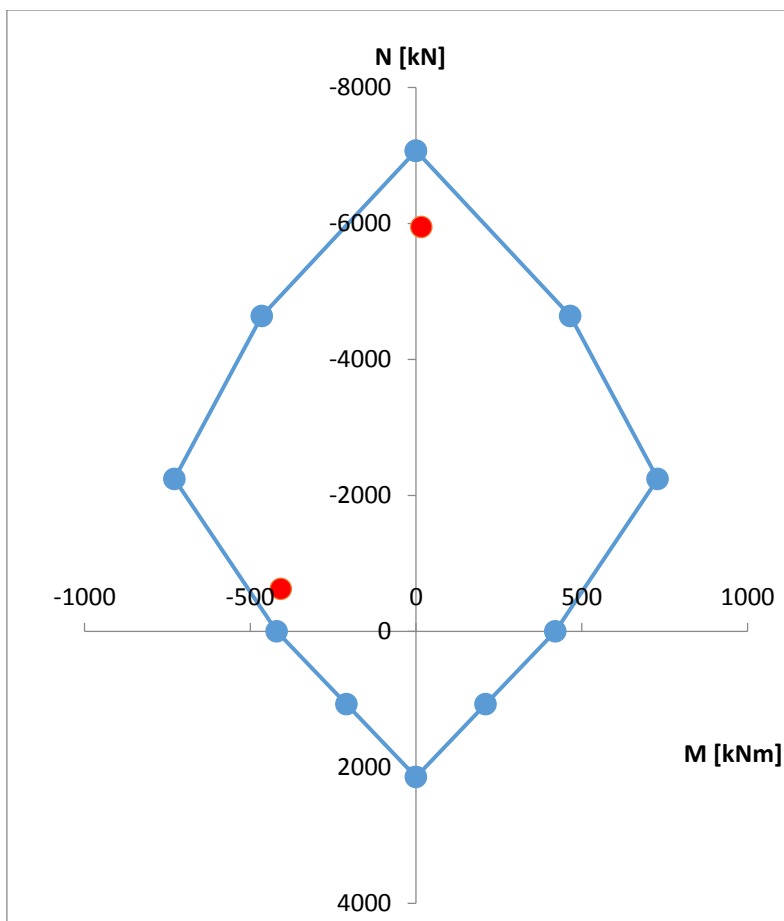
$$M_{Rdt,bal} = F_{s1} \cdot z_1 = 209,8912 \text{kNm}$$

*Bod 5*

$$N_{Rdt,5} = F_{s1} + F_{s2} = 2141,747 \text{kN}$$

$$M_{Rdt,51} = F_{s1} \cdot z_1 - F_{s2} \cdot z_2 = 0 \text{kNm}$$

Návrhové vnitřní síly					
$M_{Edmax}$	$kN/m$	<b>-407,9</b>	$N_{max}$	$kN$	<b>-5947,9</b>
$N_{přisl}$	$kN$	<b>-1021,02</b>	$M_{Ed,přisl}$	$kN/m$	<b>16,29</b>



### Konstrukční zásady - hlavní podélná výztuž

#### *Minimální plocha výztuže*

$$f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$$

$$A_{s,min} = 0,1 \cdot N_{Ed} / f_{yd} = 0,001368 \text{ m}^2$$

$$A_{s,min} \geq 0,002 \cdot A_c = 0,0005 \text{ m}^2$$

$$A_{s,max} = 0,04 \cdot A_c = 0,010 \text{ m}^2$$

$$A_{s,min} \leq A_s \leq A_{s,max}$$

$$0,00137 \leq 0,00493 \leq 0,010 \text{ m}^2$$

**VYHOVÍ**

**VYHOVÍ**

#### *Využití výztuže - tažené*

$$\xi = x/d = 0,300$$

$$\xi_{bal} = \epsilon_{cu3} / (\epsilon_{cu3} + \epsilon_{yd}) = 0,628$$

$$\xi < \xi_{bal}$$

$$0,300 < 0,628$$

**VYHOVÍ**

#### *Využití výztuže - tlačené*

$$\xi = x/d_2 = 2,479$$

$$\xi_{bal} = \epsilon_{cu3} / (\epsilon_{cu3} + \epsilon_{yd}) = 0,628$$

$$\xi > \xi_{bal}$$

$$2,479 > 0,628$$

VYHOVÍ

*Vzdálenost výztuže*

$$s_{min} = \max(1,2 \cdot \emptyset; d_g + 5\text{mm}; 20\text{mm}) = 33,6\text{mm}$$

$$s_{max} = 400\text{mm}$$

$$s_{osová} = (b - 2 \cdot c_{nom} - \emptyset)/3 = 130,667\text{mm} \leq s_{max} = 400\text{mm}$$

VYHOVÍ

$$s_{světlá} = s_{osová} - \emptyset = 102,667\text{mm} \geq s_{min} = 33,6\text{mm}$$

VYHOVÍ

*Kotevní délka*

$$f_{ctk0,05} = 2\text{MPa}$$

$$\sigma_{sd} = 434,78\text{MPa}$$

$$\alpha_{ct} = 1,0$$

$$\eta_1 = 1,0$$

$$\eta_2 = 1,0 (\emptyset \leq 32\text{mm})$$

$$f_{ctd} = (\alpha_{ct} \cdot f_{ctk0,05}) / \gamma_c = 1,33\text{MPa}$$

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd} = 3,0\text{MPa}$$

$$\alpha_1 = 1; \alpha_2 = 1; \alpha_3 = 1; \alpha_4 = 0,7; \alpha_5 = 1$$

$$l_{b,rqd} = (\emptyset/4) \cdot (\sigma_{sd} / f_{bd}) = 1014,49\text{mm}$$

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd} = 710,1449\text{mm}$$

$$l_{bd} = 720\text{mm}$$

$$l_{b,min} = \max(0,3 \cdot l_{b,rqd}; 10\emptyset; 100\text{mm}) = 304,3478\text{mm}$$

$$l_{b,min} \leq l_{bd}$$

$$304,348 \leq 720\text{mm}$$

VYHOVÍ

Konstrukční zásady - třmínky

*Minimální profil třmínku*

$$\emptyset_{sw,min} = \max(6\text{mm}; \emptyset/4) = 7\text{mm}$$

$$\emptyset_{sw,min} \leq \emptyset_{tr}$$

$$7 \leq 8\text{mm}$$

VYHOVÍ

*Maximální osová vzdálenost*

$$s_{max} = \min(20 \cdot \emptyset; b; h; 400\text{mm}) = 400\text{mm}$$

*Osová vzdálenost nad/pod deskou*

$$0,6 \cdot s_w = 240\text{mm}$$



## 6.2.3.2 Mezní stav účinnosti – kombinace normálové síly s ohybovým momentem ve směru Z

*Dimenzační vnitřní síly – přehled*

<i>Návrhové vnitřní síly</i>					
$M_{max}$	$kN/m$	251,5	$N_{max}$	$kN$	-3853,0
$N_{přisl}$	$kN$	-1773,66	$M_{přisl}$	$kN/m$	128,62

*Výpočet krytí - třmínky*

$$\varnothing_{tr} = 8mm$$

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 30mm$$

$$c_{min,tr} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - c_{dur,add}; 10mm) = 25mm$$

$$c_{min,b} = \varnothing = 8mm$$

$$c_{min,dur} = 25mm(XC3;S4)$$

$$c_{dur,\gamma} = 0mm$$

$$c_{dur,st} = 0mm$$

$$c_{dur,add} = 0mm$$

$$\Delta c_{dev} = 5mm$$

*Výpočet krytí - hlavní výztuž*

$$\varnothing = 28mm$$

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 40mm$$

$$c_{min,1} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - c_{dur,add}; 10mm) = 28mm$$

$$c_{min,2} = c_{min,tr} + \varnothing_{tr} = 33mm$$

$$c_{min} = \max(c_{min,1}; c_{min,2}) = 33mm$$

$$c_{min,b} = \varnothing = 28mm$$

$$c_{min,dur} = 25mm(XC3;S4)$$

$$c_{dur,\gamma} = 0mm$$

$$c_{dur,st} = 0mm$$

$$c_{dur,add} = 0mm$$

$$\Delta c_{dev} = 7mm$$

Návrh

$$\varnothing = 28mm$$

$$d = h - c_{nom} - \varnothing/2 = 446mm$$

$$d_2 = c_{nom} + \varnothing/2 = 54mm$$

$$z_1 = z_2 = h/2 - c_{\text{nom}} - \varnothing/2 = 196,0\text{mm}$$

$$n = 4$$

$$A_{s,1} = A_{s,2} = n \cdot (\pi \cdot \varnothing^2/4) = 0,00246\text{m}^2$$

$$A_c = b \cdot h = 0,25\text{m}^2$$

$$F_{s1} = F_{s2} = A_{s1,2} \cdot f_{yd} = 1070,873\text{kN}$$

$$\Sigma(A_{s1} + A_{s2}) \cdot f_{yd} = 2141,747\text{kN}$$

$$0,1N_{Ed} = 385,301\text{kN}$$

$$\Sigma(A_{s1} + A_{s2}) \cdot f_{yd} \geq 0,1N_{Ed}$$

$$2141,747 \geq 385,30\text{kN}$$

VYHOVÍ

**NÁVRH 8/Ø28 mm**Ověření štíhlosti sloupu - max. normálová síla*Skutečná štíhlost*

$$l_{\text{max}} = 4500\text{mm}$$

$$l_0 = 0,7 \cdot l = 3150\text{mm}$$

$$I = b^4/12 = 0,0052\text{m}^4$$

$$i = \sqrt{I/A} = 0,144$$

$$\lambda = l_0/i = 21,82$$

*Limitní štíhlost*

$$M_{01} = 43,28\text{kN}$$

$$M_{02} = 128,62\text{kN} \mid M_{02} \mid \geq \mid M_{01} \mid M_{01}$$

PLATÍ

$$n = N_{Ed}/A_c \cdot f_{cd} = -55,040,771$$

$$\omega = (A_s \cdot f_{yd})/(A_c \cdot f_{cd}) = 0,214$$

$$r_m = M_{01}/M_{02} = 0,336$$

$$A = 0,7$$

$$B = \sqrt{1 + 2\omega} = 1,195(\text{konz } 1,1)$$

$$C = 1,7 - r_m = 1,364(\text{konz } 0,7)$$

$$\lambda_{\text{lim}} = (20 \cdot A \cdot B \cdot C)/\sqrt{n} = 25,99$$

$$\lambda_{\text{lim}} \geq \lambda$$

$$25,989 \geq 21,8$$

VYHOVÍ

Ověření štíhlosti sloupu - max. ohybový moment*Skutečná štíhlost*

$$l_{\text{max}} = 4500\text{mm}$$

$$l_0 = 0,7 \cdot l = 3150\text{mm}$$

$$I = b^4/12 = 0,0052 \text{m}^4$$

$$i = \sqrt{I/A} = 0,144$$

$$\lambda = l_0/i = 21,82$$

#### Limitní štíhlost

$$M_{01} = -183,16 \text{kN}$$

$$M_{02} = 251,53 \text{kN} \quad |M_{02}| \geq |M_{01}|$$

**PLATÍ**

$$n = N_{Ed}/A_c \cdot f_{cd} = 0,355$$

$$\omega = (A_s \cdot f_{yd})/(A_c \cdot f_{cd}) = 0,214$$

$$r_m = M_{01}/M_{02} = -0,728$$

$$A = 0,7$$

$$B = \sqrt{1 + 2\omega} = 1,195$$

$$C = 1,7 - r_m = 2,428$$

$$\lambda_{lim} = (20 \cdot A \cdot B \cdot C)/\sqrt{n} = 68,21$$

$$\lambda_{lim} \geq \lambda$$

$$68,21 \geq 21,8$$

**VYHOVÍ**

#### Posouzení

##### Zvětšené návrhové ohybové momenty

$$e_i = l_0/400 = 7,875 \text{mm}$$

$$M_{Ed,max} = M_{max} + e_i \cdot N_{přisl}$$

$$M_{Ed,přisl} = M_{přisl} + e_i \cdot N_{max}$$

#### Návrhové vnitřní síly

Návrhové vnitřní síly					
$M_{max}$	$kN/m$	251,5	$N_{max}$	$kN$	-5947,9
$N_{přisl}$	$kN$	-1773,66	$M_{přisl}$	$kN/m$	-115,65
$M_{Edmax}$	$kN/m$	237,6	$M_{Ed,přisl}$	$kN/m$	-162,49

#### Interakční diagram

$$\lambda = 0,8$$

$$\eta = 1$$

$$\xi_{bal,1} = \epsilon_{cu3}/(\epsilon_{cu3} + \epsilon_{yd}) = 0,628$$

$$\xi_{bal,2} = \epsilon_{cu3}/(\epsilon_{cu3} - \epsilon_{yd}) = 2,448$$

#### Bod 0

$$\sigma_s = E_s \cdot \epsilon_{c2} = 420 \text{MPa}$$

$$N_{Rd,0} = -(b \cdot h \cdot \eta \cdot f_{cd} + A_{s1} \cdot \sigma_s + A_{s2} \cdot \sigma_s) = -7068,93 \text{kN}$$

$$M_{Rd,0} = (A_{s1} \cdot \sigma_s \cdot z_1 - A_{s2} \cdot \sigma_s \cdot z_2) = 0 \text{ kNm}$$

*Bod 1*

$$N_{Rd,1} = -(\lambda \cdot b \cdot d \cdot \eta \cdot f_{cd} + A_{s2} \cdot f_{yd}) = -4638,87 \text{ kN}$$

$$M_{Rd,1} = \lambda \cdot b \cdot d \cdot \eta \cdot f_{cd} \cdot 0,5(h - \lambda \cdot d) + A_{s2} \cdot f_{yd} \cdot z_2 = 465,36 \text{ kNm}$$

*Bod 2*

$$N_{Rd,bal} = -(\lambda \cdot \xi_{bal,1} \cdot b \cdot d \cdot \eta \cdot f_{cd} + A_{s1} \cdot f_{yd} - A_{s2} \cdot f_{yd}) = -2241,85 \text{ kN}$$

$$M_{Rd,bal} = \lambda \cdot \xi_{bal,1} \cdot b \cdot d \cdot \eta \cdot f_{cd} \cdot 0,5(h - \lambda \cdot \xi_{bal,1} \cdot d) + A_{s2} \cdot f_{yd} \cdot z_2 + A_{s1} \cdot f_{yd} \cdot z_1 = 728,9503 \text{ kNm}$$

*Bod 3*

$$N_{Rd,3} = 0 \text{ kN}$$

$$x = F_{s1} / \lambda \cdot b \cdot \eta \cdot f_{cd} = 0,134 \text{ m}$$

$$M_{Rd,3} = F_{s1} (d - 0,4 \cdot x) = 420,271 \text{ kNm}$$

*Bod 4*

$$N_{Rdt,bal} = F_{s1} = 1070,873 \text{ kN}$$

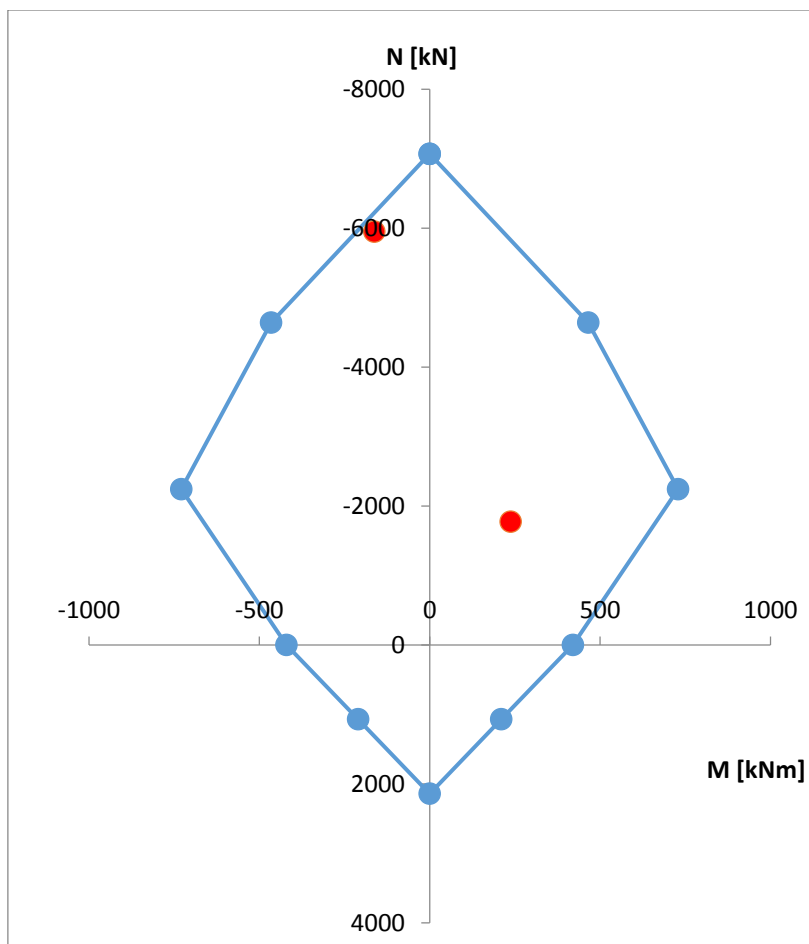
$$M_{Rdt,bal} = F_{s1} \cdot z_1 = 209,8912 \text{ kNm}$$

*Bod 5*

$$N_{Rdt,5} = F_{s1} + F_{s2} = 2141,747 \text{ kN}$$

$$M_{Rdt,5l} = F_{s1} \cdot z_1 - F_{s2} \cdot z_2 = 0 \text{ kNm}$$

Návrhové vnitřní síly					
$M_{Edmax}$	$kN/m$	<b>237,6</b>	$N_{max}$	$kN$	<b>-5947,9</b>
$N_{přisl}$	$kN$	<b>-1773,66</b>	$M_{Ed,přisl}$	$kN/m$	<b>-162,49</b>



### Konstrukční zásady - hlavní podélná výztuž

#### *Minimální plocha výztuže*

$$f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$$

$$A_{s,min} = 0,1 \cdot N_{Ed} / f_{yd} = 0,001368 \text{ m}^2$$

$$A_{s,min} \geq 0,002 \cdot A_c = 0,0005 \text{ m}^2$$

$$A_{s,max} = 0,04 \cdot A_c = 0,010 \text{ m}^2$$

$$A_{s,min} \leq A_s \leq A_{s,max}$$

$$0,00137 \leq 0,00493 \leq 0,010 \text{ m}^2$$

**VYHOVÍ**

**VYHOVÍ**

#### *Využití výztuže - tažené*

$$\xi = x/d = 0,300$$

$$\xi_{bal} = \epsilon_{cu3} / (\epsilon_{cu3} + \epsilon_{yd}) = 0,628$$

$$\xi < \xi_{bal}$$

$$0,300 < 0,628$$

**VYHOVÍ**

#### *Využití výztuže - tlačené*

$$\xi = x/d_2 = 2,479$$

$$\xi_{bal} = \epsilon_{cu3} / (\epsilon_{cu3} + \epsilon_{yd}) = 0,628$$

$$\xi > \xi_{bal}$$

$$2,479 > 0,628$$

VYHOVÍ

*Vzdálenost výztuže*

$$s_{min} = \max(1,2 \cdot \emptyset ; d_g + 5\text{mm} ; 20\text{mm}) = 33,6\text{mm}$$

$$s_{max} = 400\text{mm}$$

$$s_{osová} = (b - 2 \cdot c_{nom} - \emptyset)/3 = 130,667\text{mm} \leq s_{max} = 400\text{mm}$$

VYHOVÍ

$$s_{světlá} = s_{osová} - \emptyset = 102,667\text{mm} \geq s_{min} = 33,6\text{mm}$$

VYHOVÍ

*Kotevní délka*

$$f_{ctk0,05} = 2\text{MPa}$$

$$\sigma_{sd} = 434,78\text{MPa}$$

$$\alpha_{ct} = 1,0$$

$$\eta_1 = 1,0$$

$$\eta_2 = 1,0 (\emptyset \leq 32\text{mm})$$

$$f_{ctd} = (\alpha_{ct} \cdot f_{ctk0,05})/\gamma_c = 1,33\text{MPa}$$

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd} = 3,0\text{MPa}$$

$$\alpha_1 = 1; \alpha_2 = 1; \alpha_3 = 1; \alpha_4 = 0,7; \alpha_5 = 1$$

$$l_{b,rqd} = (\emptyset/4) \cdot (\sigma_{sd}/f_{bd}) = 1014,49\text{mm}$$

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd} = 710,1449\text{mm}$$

$$l_{bd} = 720\text{mm}$$

$$l_{b,min} = \max(0,3 \cdot l_{b,rqd} ; 10\emptyset ; 100\text{mm}) = 304,3478\text{mm}$$

$$l_{b,min} \leq l_{bd}$$

$$304,348 \leq 710,145\text{mm}$$

VYHOVÍ

Konstrukční zásady - třmínky

*Minimální profil třmínku*

$$\emptyset_{sw,min} = \max(6\text{mm}; \emptyset/4) = 7\text{mm}$$

$$\emptyset_{sw,min} \leq \emptyset_{tr}$$

$$7 \leq 8\text{mm}$$

VYHOVÍ

*Maximální osová vzdálenost*

$$s_{max} = \min(20 \cdot \emptyset ; b ; h ; 400\text{mm}) = 400\text{mm}$$

*Osová vzdálenost nad/pod deskou*

$$0,6 \cdot s_w = 240\text{mm}$$

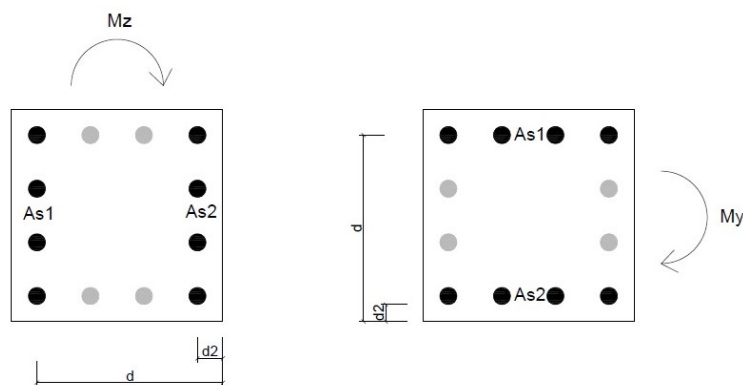
Dvojosé namáhání ohybem

Schéma průřezu s působením momentů při dvojosém namáhání ohybem

*Posouzení štíhlosti**Maximální normálová síla a příslušný ohybový moment*

$$\lambda_y/\lambda_z = 1 \leq 2$$

VYHOVÍ

$$\lambda_z/\lambda_y = 1 \leq 2$$

VYHOVÍ

*Maximální ohybový momenta příslušná normálová síla*

$$\lambda_y/\lambda_z = 1 \leq 2$$

VYHOVÍ

$$\lambda_z/\lambda_y = 1 \leq 2$$

VYHOVÍ

*Posouzení poměrné výstřednosti**Maximální normálová síla a příslušný ohybový moment*

$$b_{eq} = i_y \cdot \sqrt{12} = 0,5$$

$$h_{eq} = i_z \cdot \sqrt{12} = 0,5$$

$$e_z = M_{Edy} / N_{Ed} = 0,016385$$

$$e_y = M_{Edz} / N_{Ed} = 0,033382$$

$$(e_y/h_{eq}) / (e_z/b_{eq}) = 2,037 \leq 0,2$$

NEVYHOVÍ

$$(e_z/b_{eq}) / (e_y/h_{eq}) = 0,491 \leq 0,2$$

NEVYHOVÍ

*Maximální ohybový moment a příslušná normálová síla*

$$b_{eq} = i_y \cdot \sqrt{12} = 0,5$$

$$h_{eq} = i_z \cdot \sqrt{12} = 0,5$$

$$e_z = M_{Edy} / N_{Ed} = 0,545$$

$$e_y = M_{Edz} / N_{Ed} = 0,142$$

$$(e_y/h_{eq}) / (e_z/b_{eq}) = 0,260 \leq 0,2$$

NEVYHOVÍ

$$(e_z/b_{eq}) / (e_y/h_{eq}) = 3,844 \leq 0,2$$

NEVYHOVÍ

**Je nutno uvážit dvojosé namáhání ohybem.***Maximální normálová síla a příslušný ohybový moment*

$$N_{Rd} = A_c \cdot f_{cd} + A_s \cdot f_{yd} = 7141,747 \text{ kN}$$

$$N_{Ed}/N_{Rd} = 0,540$$

$$a = 1,37$$

$$M_{Rdz} = 729,0 \text{ kNm}$$

$$M_{Rdy} = 729,0 \text{ kNm}$$

$$(M_{Edz}/M_{Rdz})^a + (M_{Edy}/M_{Rdy})^a = 0,128 \leq 1,0$$

VYHOVÍ

*Maximální ohybový moment a příslušná normálová síla*

$$N_{Rd} = A_c \cdot f_{cd} + A_s \cdot f_{yd} = 7141,747 \text{ kN}$$

$$N_{Edy}/N_{Rd} = 0,087$$

$$a_1 = 1$$

$$N_{Edz}/N_{Rd} = 0,248$$

$$a_2 = 1,123$$

$$M_{Rdz} = 729,0 \text{ kNm}$$

$$M_{Rdy} = 729,0 \text{ kNm}$$

$$(M_{Edz}/M_{Rdz})^{a_1} + (M_{Edy}/M_{Rdy})^{a_1} = 0,812 \leq 1,0$$

VYHOVÍ

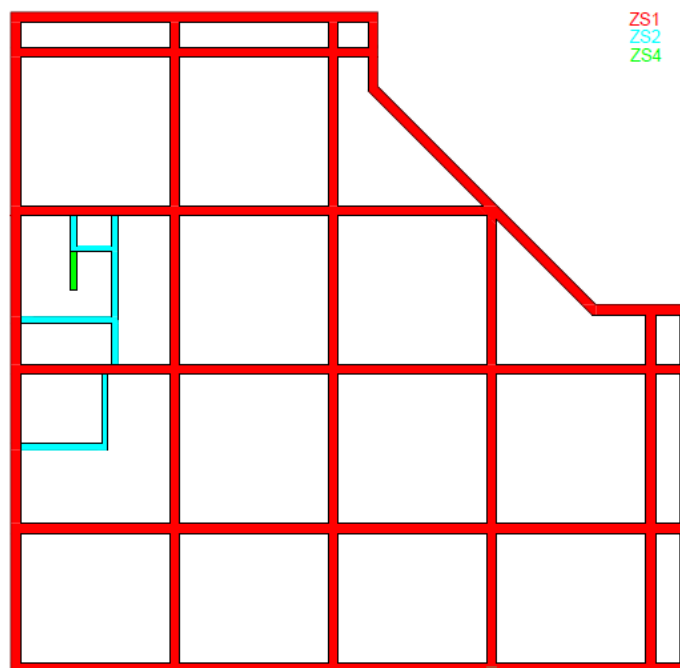
$$(M_{Edz}/M_{Rdz})^{a_2} + (M_{Edy}/M_{Rdy})^{a_2} = 0,728 \leq 1,0$$

VYHOVÍ



## 7 Stěny

Stěny tvořící železobetonový rošt byly pro výpočet rozděleny dle tloušťky a svého umístění. V rámci výpočtu byly řešeny stěny ZS1 u kterých bylo nutno posoudit ohyb s možným vlivem vzpěru a dále ověřit únosnost stěny na ohyb a smyk vznikající působením tlaku zeminy.

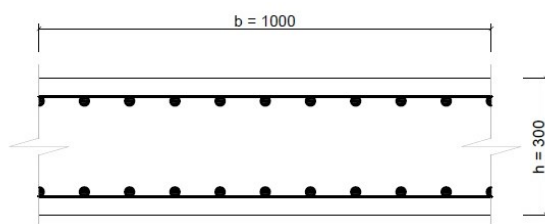


Stěny technologického podlaží - rozdělení

Základní charakteristiky materiálů stěny

Popis	Veličina	Výpočet	Hodnota	Jednotka
Třída betonu - C30/37	$f_{ck}$	-	30	MPa
	$f_{cd}$	$f_{ck}/\gamma_c$	20	
	$E_{cm}$	-	32	GPa
	$\gamma_c$	-	1,5	-
	$f_{ctm}$	-	2,9	MPa
	$f_{ctk,0,05}$	-	2,0	
	$f_{ctd}$	$(\alpha_{ct} \cdot f_{ctk,0,05})/\gamma_c$	1,3	
	$\epsilon_{c2}$	-	2,0	
	$\epsilon_{cu2}$	-	3,5	‰
	$\epsilon_{c3}$	-	1,8	‰
	$\epsilon_{cu3}$	-	3,5	‰
Třída oceli - B500B	$f_{yk}$	-	500	MPa
	$f_{yd}$	$f_{yk}/\gamma_s$	434,78	
	$E_s$	-	210	GPa
	$\gamma_s$	-	1,15	-
	$\epsilon_{yd}$	$f_{yd}/E_s$	2,07	

## 7.1 Stěna ztužujícího jádra



*Schéma řezu stěnou*

### 7.1.1 Zatížení

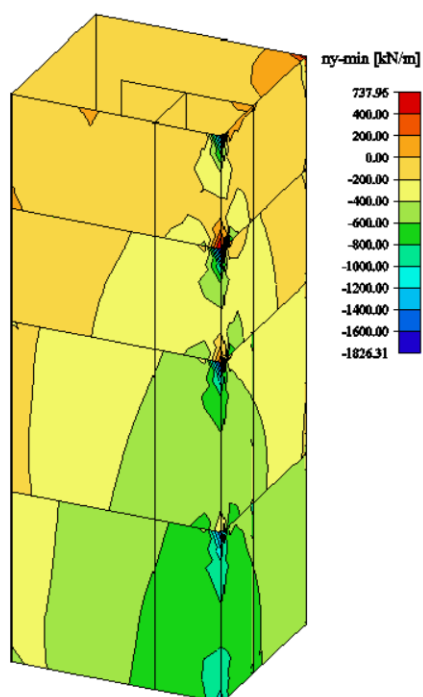
#### 7.1.1.1 Zatížení stálé a vlastní tíhou konstrukce

Hodnoty stálého zatížení a zatížení vlastní tíhou jsou převzaty z kapitoly č. 2 – Zatížení. Vlastní tíhu stěn zavádí do výpočtu software Scia Engineer ve vlastním zatěžovacím stavu. Poloha vodorovných, svislých a dalších zatížení odpovídá schémátům uvedených v kapitolách definujících zatížení pro desky.

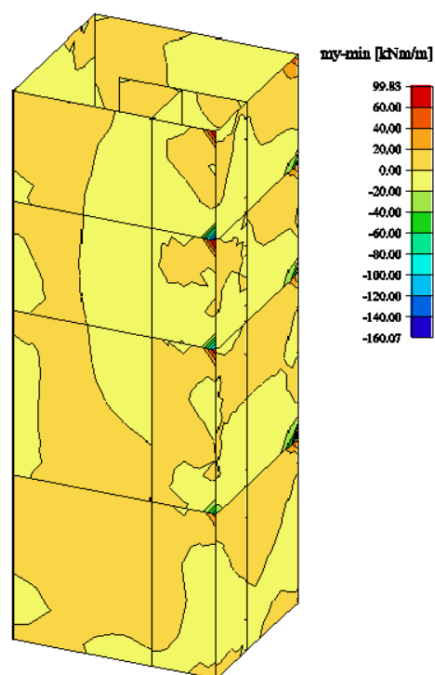
#### 7.1.1.2 Zatížení proměnné

Hodnoty proměnných zatížení jsou převzaty z kapitoly č. 2 – Zatížení. Poloha zatížení odpovídá schémátům uvedeným v kapitolách definujících zatížení pro desky.

### 7.1.2 Návrhové vnitřní síly



*Normálová síla*



*Ohybový moment*

## 7.1.3 Návrh a posouzení

## Rozměry stěny

Rozměry		1.NP	2.NP	3.NP	4.NP	Střecha	Celkem
Výška	mm	4500	4500	3000	3000	1000	15000
Tloušťka	mm	300					
Šířka	mm	1000					

## Dimenzační vnitřní síly – přehled

Návrhové vnitřní síly					
$M_{max}$	kNm/m	60	$N_{max}$	kN	-1200
$N_{přísl}$	kN	-400	$M_{přísl}$	kNm/m	40

## Výpočet krytí - vodorovná výztuž

$$\varnothing_v = 10\text{mm}$$

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 40\text{mm}$$

$$c_{min,vod} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - c_{dur,add}; 10\text{mm}) = 30\text{mm}$$

$$c_{min,b} = \varnothing = 10\text{mm}$$

$$c_{min,dur} = 30\text{mm (XC4;S4)}$$

$$c_{dur,\gamma} = 0\text{mm}$$

$$c_{dur,st} = 0\text{mm}$$

$$c_{dur,add} = 0\text{mm}$$

$$\Delta c_{dev} = 10\text{mm}$$

## Výpočet krytí - svislá výztuž

$$\varnothing_s = 14\text{mm}$$

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 50\text{mm}$$

$$c_{min,1} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - c_{dur,add}; 10\text{mm}) = 30\text{mm}$$

$$c_{min,2} = c_{min,vod} + \varnothing_s = 40\text{mm}$$

$$c_{min,b} = \varnothing = 14\text{mm}$$

$$c_{min,dur} = 30\text{mm (XC4;S4)}$$

$$c_{dur,\gamma} = 0\text{mm}$$

$$c_{dur,st} = 0\text{mm}$$

$$c_{dur,add} = 0\text{mm}$$

$$\Delta c_{dev} = 10\text{mm}$$

## 7.1.3.1 Mezní stav únosnosti

Návrh*Vodorovná výztuž*

$$\varnothing_v = 10\text{mm}$$

$$n = 5\text{ks}$$

$$s_v = 200\text{mm}$$

**NÁVRH 5/Ø10mm***Svislá výztuž*

$$\varnothing_s = 14\text{mm}$$

$$n = 8\text{ks}$$

$$s_s = 125\text{mm}$$

$$d = h - c_{\text{nom}} - \varnothing/2 = 243\text{mm}$$

$$d_2 = c_{\text{nom}} + \varnothing/2 = 57\text{mm}$$

$$z_1 = z_2 = h/2 - c_{\text{nom}} - \varnothing/2 = 100\text{mm}$$

$$A_{s,1} = A_{s,2} = n \cdot (\pi \cdot \varnothing^2/4) = 0,00123\text{m}^2$$

$$A_c = b \cdot h = 0,30\text{m}^2$$

$$F_{s1} = F_{s2} = A_{s1,2} \cdot f_{yd} = 535,4367\text{kN}$$

$$\Sigma(A_{s1} + A_{s2}) \cdot f_{yd} = 1070,873\text{kN}$$

$$0,1N_{Ed} = 120\text{kN}$$

$$\Sigma(A_{s1} + A_{s2}) \cdot f_{yd} \geq 0,1N_{Ed}$$

$$1070,873 \geq 120,00\text{kN}$$

**VYHOVÍ****NÁVRH 8/Ø14mm**Ověření štíhlosti stěny - max. normálová síla*Skutečná štíhlost*

$$l_{\text{max}} = 4500\text{mm}$$

$$l_0 = 0,7 \cdot l = 3150\text{mm}$$

$$I = b \cdot h^3/12 = 0,00225\text{m}^4$$

$$i = \sqrt{I/A} = 0,087$$

$$\lambda = l_0/i = 36,37$$

*Limitní štíhlost*

$$n = N_{Ed}/A_c \cdot f_{cd} = 0,20$$

$$\omega = (A_s \cdot f_{yd})/(A_c \cdot f_{cd}) = 0,089$$

$$r_m = M_{01} / M_{02} = 1,000$$

$$A = 0,7$$

$$B = \sqrt{1 + 2\omega} = 1,086(\text{konz } 1,1)$$

$$C = 1,7 - r_m = 0,700(\text{konz } 0,7)$$

$$\lambda_{\text{lim}} = (20 \cdot A \cdot B \cdot C) / \sqrt{n} = 23,79$$

$$\lambda_{\text{lim}} \geq \lambda$$

$$23,789 \geq 36,4$$

NEVYHOVÍ

**Nutné posouzení vzpěru.***Metoda jmenovité křivosti*

$$A_c = 300\text{mm}$$

$$u = 2,0\text{m}$$

$$h_0 = 2A_c / u = 0,3\text{m}$$

$$\phi_{(\infty; t_0)} = 2,2$$

$$M_{0Ed} = 40\text{kNm/m}$$

$$M_{0eqp} = 40\text{kNm/m}$$

$$\phi_{ef} = \phi_{(\infty; t_0)} \cdot M_{0eqp} / M_{0Ed} = 2,2$$

$$\beta = 0,35 + f_{ck} / 200 - \lambda / 150 = 0,258$$

$$K_\phi = 1 + \beta \cdot \phi_{ef} = 1,57 \geq 1,0$$

$$K_\phi = 1,57$$

$$\omega = A_s \cdot f_{yd} / (A_c \cdot f_{cd}) = 0,089$$

$$n_{bal} = 0,4$$

$$n_u = 1 + \omega = 1,09$$

$$n = N_{Ed} / (A_c \cdot f_{cd}) = 0,200$$

$$K_r = (n_u - n) / (n_u - n_{bal}) = 1,29 \leq 1,0$$

$$K_r = 1,0$$

$$c = 10,0$$

$$(1/r_0) = \epsilon_{yd} / (0,45d) = 0,0189$$

$$1/r = K_r \cdot K_\phi \cdot (1/r_0) = 0,0297$$

$$e_2 = (1/r) \cdot (l_0^2 / c) = 0,029\text{m}$$

$$M_2 = N_{Ed} \cdot e_2 = 35,316\text{kNm/m}$$

$$M_{Ed} = M_{0Ed} + M_2 = 75,316\text{kNm/m}$$

Ověření štíhlosti stěny - max. ohybový moment*Skutečná štíhlost*

$$l_{\max} = 4500 \text{ mm}$$

$$l_0 = 0,7 \cdot l = 3150 \text{ mm}$$

$$I = b \cdot h^3 / 12 = 0,00225 \text{ m}^4$$

$$i = \sqrt{I/A} = 0,087$$

$$\lambda = l_0/i = 36,37$$

*Limitní štíhlost*

$$n = N_{\text{Ed}}/A_c \cdot f_{\text{cd}} = 0,067$$

$$\omega = (A_s \cdot f_{\text{yd}})/(A_c \cdot f_{\text{cd}}) = 0,089$$

$$r_m = M_{01}/M_{02} = 1,000$$

$$A = 0,7$$

$$B = \sqrt{1 + 2\omega} = 1,086 (\text{konz } 1,1)$$

$$C = 1,7 - r_m = 0,700 (\text{konz } 0,7)$$

$$\lambda_{\text{lim}} = (20 \cdot A \cdot B \cdot C) / \sqrt{n} = 41,20$$

$$\lambda_{\text{lim}} \geq \lambda$$

$$41,203 \geq 36,4$$

**VYHOVÍ**Posouzení*Zvětšené návrhové ohybové momenty*

$$e_i = l_0/400 = 7,875 \text{ mm}$$

$$e_2 = 0,029 \text{ m}$$

$$M_{\text{Ed,max}} = M_{\text{max}} + e_i \cdot N_{\text{přisl}}$$

$$M_{\text{Ed,přisl}} = M_{\text{přisl}} + e_i \cdot N_{\text{max}} + M_2$$

*Návrhové vnitřní síly*

Návrhové vnitřní síly					
$M_{\text{max}}$	$kNm$	60	$N_{\text{max}}$	$kN$	-1200
$N_{\text{přisl}}$	$kN$	-400	$M_{\text{přisl}}$	$kNm$	40
$M_{\text{Ed,max}}$	$kNm$	63,2	$M_{\text{Ed,přisl}}$	$kNm$	84,8

*Interakční diagram*

$$\lambda = 0,8$$

$$\eta = 1$$

$$\xi_{\text{bal},1} = \epsilon_{\text{cu}3} / (\epsilon_{\text{cu}3} + \epsilon_{\text{yd}}) = 0,628$$

$$\xi_{\text{bal},2} = \epsilon_{\text{cu}3} / (\epsilon_{\text{cu}3} - \epsilon_{\text{yd}}) = 2,448$$

*Bod 0*

$$\sigma_s = E_s \cdot \varepsilon_{c2} = 420 \text{MPa}$$

$$N_{Rd,0} = - (b \cdot h \cdot \eta \cdot f_{cd} + A_{s1} \cdot \sigma_s + A_{s2} \cdot \sigma_s) = -7034,46 \text{kN}$$

$$M_{Rd,0} = (A_{s1} \cdot \sigma_s \cdot z_1 - A_{s2} \cdot \sigma_s \cdot z_2) = 0 \text{kNm}$$

*Bod 1*

$$N_{Rd,1} = - (\lambda \cdot b \cdot d \cdot \eta \cdot f_{cd} + A_{s2} \cdot f_{yd}) = -4423,44 \text{kN}$$

$$M_{Rd,1} = \lambda \cdot b \cdot d \cdot \eta \cdot f_{cd} \cdot 0,5(h - \lambda \cdot d) + A_{s2} \cdot f_{yd} \cdot z_2 = 258,83 \text{kNm}$$

*Bod 2*

$$N_{Rd,bal} = - (\lambda \cdot \xi_{bal,1} \cdot b \cdot d \cdot \eta \cdot f_{cd} + A_{s1} \cdot f_{yd} - A_{s2} \cdot f_{yd}) = -2442,92 \text{kN}$$

$$M_{Rd,bal} = \lambda \cdot \xi_{bal,1} \cdot b \cdot d \cdot \eta \cdot f_{cd} \cdot 0,5(h - \lambda \cdot \xi_{bal,1} \cdot d) + A_{s2} \cdot f_{yd} \cdot z_2 + A_{s1} \cdot f_{yd} \cdot z_1 = 324,33 \text{kNm}$$

*Bod 3*

$$N_{Rd,3} = 0 \text{kN}$$

$$x = F_{s1} / \lambda \cdot b \cdot \eta \cdot f_{cd} = 0,112 \text{m}$$

$$M_{Rd,3} = F_{s1} (d - 0,4 \cdot x) = 106,22 \text{kNm}$$

*Bod 4*

$$N_{Rdt,bal} = F_{s1} = 535,44 \text{kN}$$

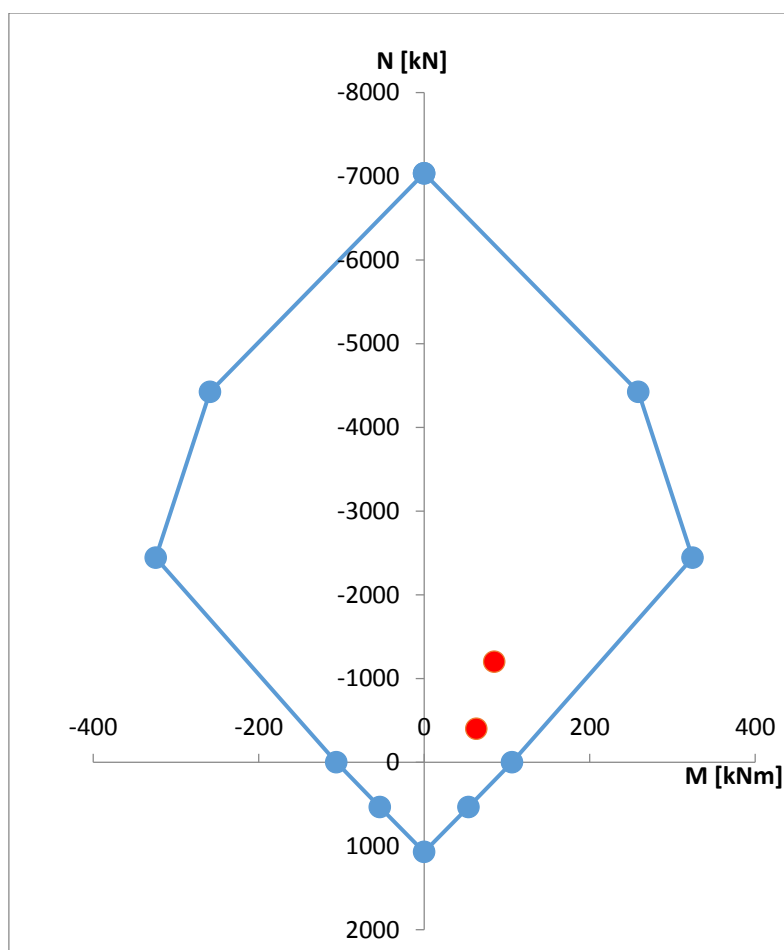
$$M_{Rdt,bal} = F_{s1} \cdot z_1 = 53,54 \text{kNm}$$

*Bod 5*

$$N_{Rdt,5} = F_{s1} + F_{s2} = 1070,873 \text{kN}$$

$$M_{Rdt,5l} = F_{s1} \cdot z_1 - F_{s2} \cdot z_2 = 0 \text{kNm}$$

<i>Návrhové vnitřní síly</i>					
$M_{Edmax}$	$kN/m$	<b>63</b>	$N_{max}$	$kN$	<b>-1200</b>
$N_{přisl}$	$kN$	<b>-400</b>	$M_{Ed,přisl}$	$kN/m$	<b>85</b>



### Konstrukční zásady - svislá výztuž

#### *Minimální plocha výztuže*

$$A_{s,min} = 0,002 \cdot A_c = 0,0006m^2$$

$$A_{s,max} = 0,04 \cdot A_c = 0,012m^2$$

$$A_{s,min} \leq A_s \leq A_{s,max}$$

$$0,00060 \leq 0,00246 \leq 0,012m^2$$

**VYHOVÍ**

#### *Využití výztuže - tažené*

$$\xi = x/d = 0,459$$

$$\xi_{bal} = \epsilon_{cu3} / (\epsilon_{cu3} + \epsilon_{yd}) = 0,628$$

$$\xi < \xi_{bal}$$

$$0,459 < 0,628$$

**VYHOVÍ**

#### *Využití výztuže - tlačené*

$$\xi = x/d_2 = 1,957$$

$$\xi_{bal} = \epsilon_{cu3} / (\epsilon_{cu3} + \epsilon_{yd}) = 0,628$$

$$\xi > \xi_{bal}$$

$$1,957 > 0,628$$

**VYHOVÍ**



*Vzdálenost výztuže*

$$s_{\min} = \max(1,2 \cdot \emptyset ; d_g + 5\text{mm} ; 20\text{mm}) = 21\text{mm}$$

$$s_{\max} = (3h; 400) = 400\text{mm}$$

$$s_{\text{osová}} = 125\text{mm} \leq s_{\max} = 400\text{mm}$$

VYHOVÍ

$$s_{\text{světlá}} = s_{\text{osová}} - \emptyset = 111\text{mm} \geq s_{\min} = 21\text{mm}$$

VYHOVÍ

*Kotevní délka*

$$f_{\text{ctk}0,05} = 2\text{MPa}$$

$$\sigma_{\text{sd}} = 434,78\text{MPa}$$

$$\alpha_{\text{ct}} = 1,0$$

$$\eta_1 = 1,0$$

$$\eta_2 = 1,0 (\emptyset \leq 32\text{mm})$$

$$f_{\text{ctd}} = (\alpha_{\text{ct}} \cdot f_{\text{ctk}0,05}) / \gamma_c = 1,33\text{MPa}$$

$$f_{\text{bd}} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{\text{ctd}} = 3,0\text{MPa}$$

$$\alpha_1 = 1; \alpha_2 = 1; \alpha_3 = 1; \alpha_4 = 0,7; \alpha_5 = 1$$

$$l_{\text{b,rqd}} = (\emptyset/4) \cdot (\sigma_{\text{sd}} / f_{\text{bd}}) = 507,25\text{mm}$$

$$l_{\text{bd}} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{\text{b,rqd}} = 355,0725\text{mm}$$

$$l_{\text{bd}} = 360\text{mm}$$

$$l_{\text{b,min}} = \max(0,3 \cdot l_{\text{b,rqd}} ; 10\emptyset ; 100\text{mm}) = 152,1739\text{mm}$$

$$l_{\text{b,min}} \leq l_{\text{bd}}$$

$$152,174 \leq 360\text{mm}$$

VYHOVÍ

*Konstrukční zásady - vodorovná výztuž**Minimální plocha výztuže*

$$A_{\text{s,min}} = \max(0,001 \cdot A_c ; 0,25 \cdot A_s) = 0,000616\text{m}^2$$

$$A_{\text{s,v1}} = A_{\text{s,v2}} = n \cdot (\pi \cdot \emptyset^2 / 4) = 0,000393\text{m}^2$$

$$A_{\text{s,min}} \leq A_s$$

$$0,00062 \leq 0,00079$$

VYHOVÍ

*Vzdálenost výztuže*

$$s_{\max} = 400\text{mm}$$

$$s_{\text{osová}} = 200\text{mm} \leq s_{\max} = 400\text{mm}$$

VYHOVÍ

*Kotevní délka*

$$f_{ctk0,05} = 2\text{MPa}$$

$$\sigma_{sd} = 434,78\text{MPa}$$

$$\alpha_{ct} = 1,0$$

$$\eta_1 = 1,0$$

$$\eta_2 = 1,0 (\varnothing \leq 32\text{mm})$$

$$f_{ctd} = (\alpha_{ct} \cdot f_{ctk0,05}) / \gamma_c = 1,33\text{MPa}$$

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd} = 3,0\text{MPa}$$

$$\alpha_1 = 1; \alpha_2 = 1; \alpha_3 = 1; \alpha_4 = 0,7; \alpha_5 = 1$$

$$l_{b,rqd} = (\varnothing/4) \cdot (\sigma_{sd}/f_{bd}) = 362,32\text{mm}$$

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd} = 253,6232\text{mm}$$

$$l_{bd} = 260\text{mm}$$

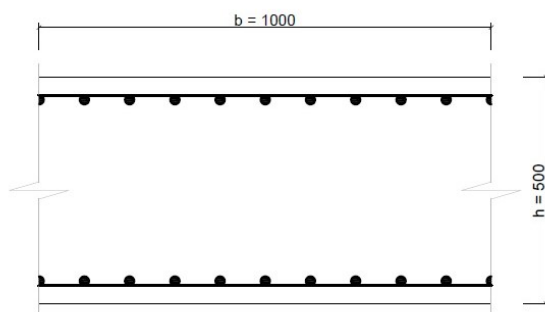
$$l_{b,min} = \max(0,3 \cdot l_{b,rqd}; 10\varnothing; 100\text{mm}) = 108,6957\text{mm}$$

$$l_{b,min} \leq l_{bd}$$

$$108,696 \leq 260\text{mm}$$

**VYHOVÍ**

## 7.2 Stěna technologického podlaží – ZS1



*Schéma řezu stěnou*

### 7.2.1 Zatížení

#### 7.2.1.1 Zatížení stálé a vlastní tíhou konstrukce

Hodnoty stálého zatížení a zatížení vlastní tíhou jsou převzaty z kapitoly č. 2 – Zatížení. Vlastní tíhu stěn zavádí do výpočtu software Scia Engineer ve vlastním zatěžovacím stavu. Poloha vodorovných, svislých a dalších zatížení odpovídá schémátům uvedených v kapitolách definujících zatížení pro desky. Pro případ, kdy zemina zatěžuje krajní stěny, je vypočteno zatížení od zeminy na přitížení od skladby chodníku níže.

*Vlastní tíha zeminy - hlína písčitá*

$$\gamma = 18,8 \text{ kN/m}^3$$

$$\phi_{\text{ef}} = 23^\circ$$

$$k_a = \tan^2(45^\circ - \phi/2) = 0,438$$

$$\sigma_K = \gamma \cdot k_a \cdot h = 6,59 \text{ kPa}$$

*Skladba chodníku - přitížení*

Skladba	Tloušťka	$\rho$	Výpočet	$g_k$	$\gamma_g$	$g_d$
	mm	kg/m <sup>3</sup>		kN/m <sup>2</sup>	-	kN/m <sup>2</sup>
Betonová dlažba	50	2600	$26 \cdot 0,05 \cdot 1$	1,3000	1,35	1,7550
Ložní vrstva	50	2000	$21 \cdot 0,03 \cdot 1$	1,0000	1,35	1,3500
Podkladní vrstva	150	2500	$25 \cdot 0,15 \cdot 1$	3,7500	1,35	5,0625
<b><math>\Sigma</math></b>				<b>6,05</b>		<b>8,17</b>

$$\sigma_k = g_k \cdot k_a = 2,65 \text{ kPa}$$

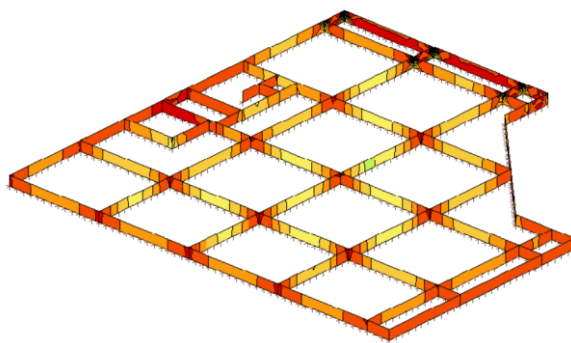
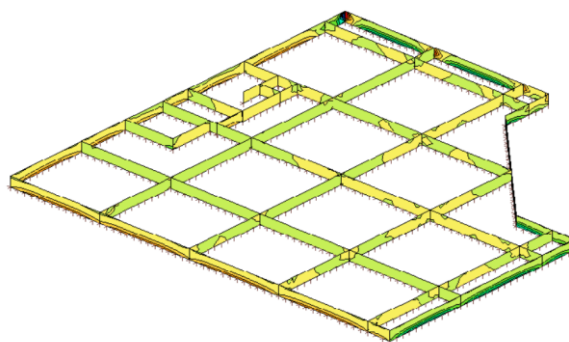
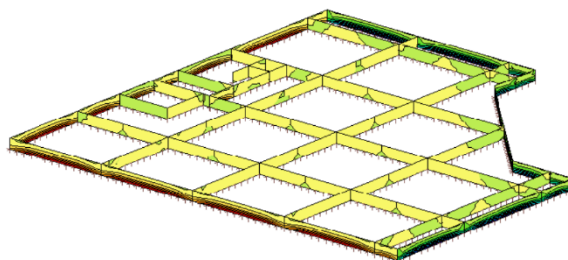
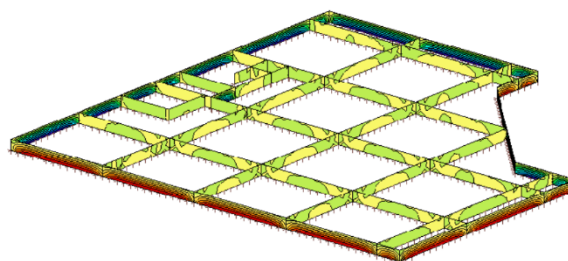
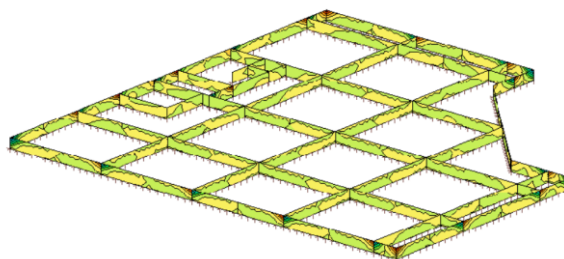
## 7.2.1.2 Zatížení proměnné

Hodnoty proměnných zatížení jsou převzaty z kapitoly č. 2 – Zatížení. Poloha zatížení odpovídá schémátům uvedeným v kapitolách definujících zatížení pro desky. Pro případ, kdy zemina zatěžuje krajní stěny, je vypočteno užité, které přitěžuje zatížení od zeminy níže.

*Užitné - přitížení*

Plocha	Kategorie dle EN 1991-1-1	$q_k$	$\gamma_g$	$q_d$
		kN/m <sup>2</sup>	-	kN/m <sup>2</sup>
Chodník	C5 - plochy, kde může dojít k velké koncentraci lidí	<b>5,0</b>	1,5	<b>7,5</b>

$$\sigma_k = q_k \cdot k_a = \mathbf{2,19 \text{ kPa kN/m}^2}$$

7.2.2 Návrhové vnitřní síly*Normálové síly – veškeré zatížení**Ohybové momenty – veškeré zatížení**Ohybové momenty – zatížení zeminou**Posouvající síly V1 – zatížení zeminou**Posouvající síly V2 – zatížení zem*

7.2.3 Návrh a posouzení*Rozměry stěny*

<i>Rozměry</i>		
<i>Výška</i>	<i>mm</i>	800
<i>Tloušťka</i>	<i>mm</i>	500
<i>Šířka</i>	<i>mm</i>	1000

*Dimenzační vnitřní síly – přehled*

<i>Návrhové vnitřní síly</i>		
$M_{max}$	<i>kNm/m</i>	40,35
$N_{max}$	<i>kN</i>	-1800

*Výpočet krytí - vodorovná výztuž*

$$\varnothing_v = 14\text{mm}$$

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 40\text{mm}$$

$$c_{min,vod} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - c_{dur,add}; 10\text{mm}) = 30\text{mm}$$

$$c_{min,b} = \varnothing = 14\text{mm}$$

$$c_{min,dur} = 30\text{mm}(\text{XC4;S4})$$

$$c_{dur,\gamma} = 0\text{mm}$$

$$c_{dur,st} = 0\text{mm}$$

$$c_{dur,add} = 0\text{mm}$$

$$\Delta c_{dev} = 10\text{mm}$$

*Výpočet krytí - svislá výztuž*

$$\varnothing_s = 18\text{mm}$$

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 53\text{mm}$$

$$c_{min,1} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - c_{dur,add}; 10\text{mm}) = 30\text{mm}$$

$$c_{min,2} = c_{min,vod} + \varnothing_s = 44\text{mm}$$

$$c_{min,b} = \varnothing = 18\text{mm}$$

$$c_{min,dur} = 30\text{mm}(\text{XC4;S4})$$

$$c_{dur,\gamma} = 0\text{mm}$$

$$c_{dur,st} = 0\text{mm}$$

$$c_{dur,add} = 0\text{mm}$$

$$\Delta c_{dev} = 9\text{mm}$$

## 7.2.3.1 Mezní stav únosnosti

Posouzení na ohyb s možným vlivem vzpěru  
Návrh*Vodorovná výztuž*

$$\varnothing_v = 14\text{mm}$$

$$n = 5\text{ks}$$

$$s_v = 200\text{mm}$$

**NÁVRH 5/Ø10mm***Svislá výztuž*

$$\varnothing_s = 18\text{mm}$$

$$n = 8\text{ks}$$

$$s_s = 125\text{mm}$$

$$d = h - c_{\text{nom}} - \varnothing/2 = 438\text{mm}$$

$$d_2 = c_{\text{nom}} + \varnothing/2 = 62\text{mm}$$

$$z_1 = z_2 = h/2 - c_{\text{nom}} - \varnothing/2 = 197\text{mm}$$

$$A_{s,1} = A_{s,2} = n \cdot (\pi \cdot \varnothing^2/4) = 0,00204\text{m}^2$$

$$A_c = b \cdot h = 0,50\text{m}^2$$

$$F_{s1} = F_{s2} = A_{s1,2} \cdot f_{yd} = 885,1096\text{kN}$$

$$\sum(A_{s1} + A_{s2}) \cdot f_{yd} = 1770,219\text{kN}$$

$$0,1N_{Ed} = 180\text{kN}$$

$$\sum(A_{s1} + A_{s2}) \cdot f_{yd} \geq 0,1N_{Ed}$$

$$1770,219 \geq 180,00\text{kN}$$

**VYHOVÍ****NÁVRH 8/Ø14mm**Ověření štíhlosti stěny - max. normálová síla*Skutečná štíhlost*

$$l_{\text{max}} = 800\text{mm}$$

$$l_0 = 1,0 \cdot l = 800\text{mm}$$

$$I = b \cdot h^3/12 = 0,01042\text{m}^4$$

$$i = \sqrt{I/A} = 0,144$$

$$\lambda = l_0/i = 5,54$$

*Limitní štíhlost*

$$n = N_{Ed}/A_c \cdot f_{cd} = 0,18$$

$$\omega = (A_s \cdot f_{yd}) / (A_c \cdot f_{cd}) = 0,089$$

$$r_m = M_{01} / M_{02} = 1,000$$

$$A = 0,7$$

$$B = \sqrt{1 + 2\omega} = 1,085 (\text{konz } 1,1)$$

$$C = 1,7 - r_m = 0,700 (\text{konz } 0,7)$$

$$\lambda_{\text{lim}} = (20 \cdot A \cdot B \cdot C) / \sqrt{n} = 25,06$$

$$\lambda_{\text{lim}} \geq \lambda$$

$$25,060 \geq 5,5$$

**VYHOVÍ**

### Posouzení

*Zvětšené návrhové ohybové momenty*

$$e_i = l_0 / 400 = 2 \text{ mm}$$

$$M_{Ed, \max} = M_{\max} + e_i \cdot N_{\max}$$

### *Návrhové vnitřní síly*

<i>Návrhové vnitřní síly</i>		
$M_{\max}$	$kNm$	40,35
$N_{\text{přisl}}$	$kN$	<b>-1800</b>
$M_{Ed \max}$	$kNm$	<b>44,0</b>

### *Interakční diagram*

$$\lambda = 0,8$$

$$\eta = 1$$

$$\xi_{\text{bal},1} = \epsilon_{\text{cu}3} / (\epsilon_{\text{cu}3} + \epsilon_{\text{yd}}) = 0,628$$

$$\xi_{\text{bal},2} = \epsilon_{\text{cu}3} / (\epsilon_{\text{cu}3} - \epsilon_{\text{yd}}) = 2,448$$

### *Bod 0*

$$\sigma_s = E_s \cdot \epsilon_{c2} = 420 \text{ MPa}$$

$$N_{Rd,0} = - (b \cdot h \cdot \eta \cdot f_{cd} + A_{s1} \cdot \sigma_s + A_{s2} \cdot \sigma_s) = -11710 \text{ kN}$$

$$M_{Rd,0} = (A_{s1} \cdot \sigma_s \cdot z_1 - A_{s2} \cdot \sigma_s \cdot z_2) = 0 \text{ kNm}$$

### *Bod 1*

$$N_{Rd,1} = - (\lambda \cdot b \cdot d \cdot \eta \cdot f_{cd} + A_{s2} \cdot f_{yd}) = -7893,11 \text{ kN}$$

$$M_{Rd,1} = \lambda \cdot b \cdot d \cdot \eta \cdot f_{cd} \cdot 0,5(h - \lambda \cdot d) + A_{s2} \cdot f_{yd} \cdot z_2 = 698,56 \text{ kNm}$$

### *Bod 2*

$$N_{Rd, \text{bal}} = - (\lambda \cdot \xi_{\text{bal},1} \cdot b \cdot d \cdot \eta \cdot f_{cd} + A_{s1} \cdot f_{yd} - A_{s2} \cdot f_{yd}) = -4403,28 \text{ kN}$$

$$M_{Rd, \text{bal}} = \lambda \cdot \xi_{\text{bal},1} \cdot b \cdot d \cdot \eta \cdot f_{cd} \cdot 0,5(h - \lambda \cdot \xi_{\text{bal},1} \cdot d) + A_{s2} \cdot f_{yd} \cdot z_2 + A_{s1} \cdot f_{yd} \cdot z_1 = 964,83 \text{ kNm}$$



*Bod 3*

$$N_{Rd,3} = 0 \text{ kN}$$

$$x = F_{s1} / \lambda \cdot b \cdot \eta \cdot f_{cd} = 0,111 \text{ m}$$

$$M_{Rd,3} = F_{s1} (d - 0,4 \cdot x) = 348,51 \text{ kNm}$$

*Bod 4*

$$N_{Rdt,bal} = F_{s1} = 885,11 \text{ kN}$$

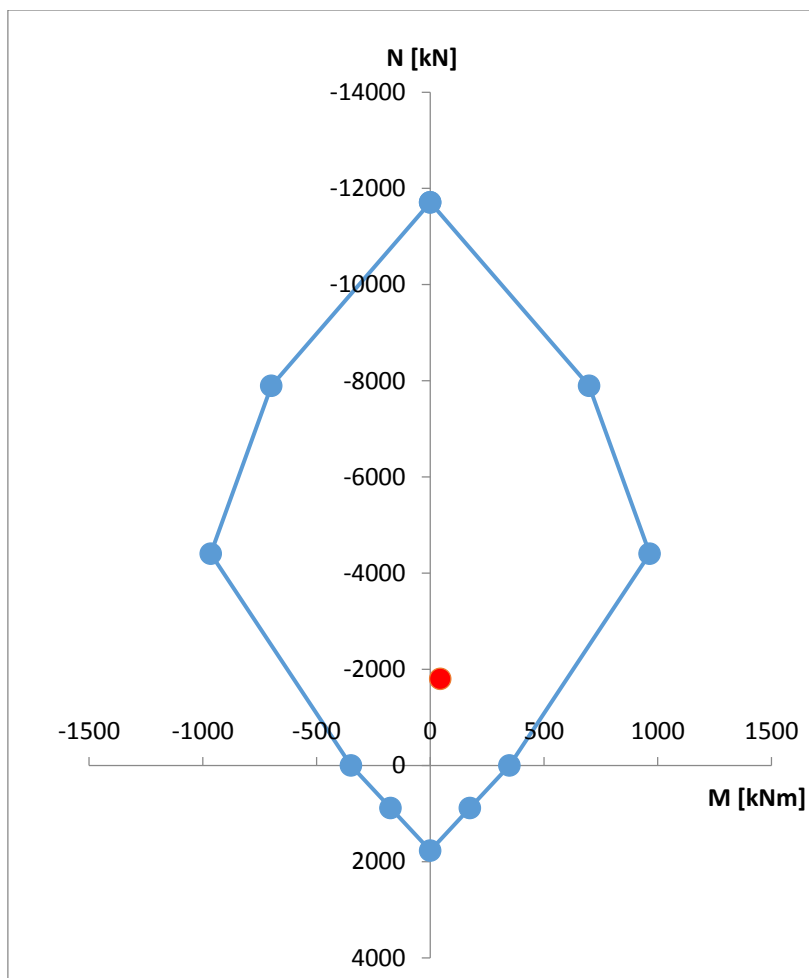
$$M_{Rdt,bal} = F_{s1} \cdot z_1 = 174,37 \text{ kNm}$$

*Bod 5*

$$N_{Rdt,5} = F_{s1} + F_{s2} = 1770,219 \text{ kN}$$

$$M_{Rdt,5l} = F_{s1} \cdot z_1 - F_{s2} \cdot z_2 = 0 \text{ kNm}$$

<i>Návrhové vnitřní síly</i>		
$M_{Edmax}$	$kN/m$	<b>44</b>
$N_{přisl}$	$kN$	<b>-1800</b>



### Konstrukční zásady - svislá výztuž

#### *Minimální plocha výztuže*

$$A_{s,min} = 0,002 \cdot A_c = 0,001\text{m}^2$$

$$A_{s,max} = 0,04 \cdot A_c = 0,020\text{m}^2$$

$$A_{s,min} \leq A_s \leq A_{s,max}$$

$$0,00100 \leq 0,00407 \leq 0,020\text{m}^2$$

**VYHOVÍ**

#### *Využití výztuže - tažené*

$$\xi = x/d = 0,253$$

$$\xi_{bal} = \epsilon_{cu3} / (\epsilon_{cu3} + \epsilon_{yd}) = 0,628$$

$$\xi < \xi_{bal}$$

$$0,253 < 0,628$$

**VYHOVÍ**

#### *Využití výztuže - tlačené*

$$\xi = x/d_2 = 1,784$$

$$\xi_{bal} = \epsilon_{cu3} / (\epsilon_{cu3} + \epsilon_{yd}) = 0,628$$

$$\xi > \xi_{bal}$$

$$1,784 > 0,628$$

VYHOVÍ

*Vzdálenost výztuže*

$$s_{\min} = \max(1,2 \cdot \emptyset ; d_g + 5\text{mm} ; 20\text{mm}) = 21,6\text{mm}$$

$$s_{\max} = (3h,400) = 400\text{mm}$$

$$s_{\text{osová}} = 125\text{mm} \leq s_{\max} = 400\text{mm}$$

VYHOVÍ

$$s_{\text{světlá}} = s_{\text{osová}} - \emptyset = 107\text{mm} \geq s_{\min} = 21,6\text{mm}$$

VYHOVÍ

*Kotevní délka*

$$f_{\text{ctk}0,05} = 2\text{MPa}$$

$$\sigma_{\text{sd}} = 434,78\text{MPa}$$

$$\alpha_{\text{ct}} = 1,0$$

$$\eta_1 = 1,0$$

$$\eta_2 = 1,0 (\emptyset \leq 32\text{mm})$$

$$f_{\text{ctd}} = (\alpha_{\text{ct}} \cdot f_{\text{ctk}0,05}) / \gamma_c = 1,33\text{MPa}$$

$$f_{\text{bd}} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{\text{ctd}} = 3,0\text{MPa}$$

$$\alpha_1 = 1; \alpha_2 = 1; \alpha_3 = 1; \alpha_4 = 0,7; \alpha_5 = 1$$

$$l_{\text{b,rqd}} = (\emptyset/4) \cdot (\sigma_{\text{sd}} / f_{\text{bd}}) = 652,17\text{mm}$$

$$l_{\text{bd}} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{\text{b,rqd}} = 456,5217\text{mm}$$

$$l_{\text{bd}} = 510\text{mm}$$

$$l_{\text{b,min}} = \max(0,3 \cdot l_{\text{b,rqd}} ; 10\emptyset ; 100\text{mm}) = 195,6522\text{mm}$$

$$l_{\text{b,min}} \leq l_{\text{bd}}$$

$$195,652 \leq 510\text{mm}$$

VYHOVÍ

Konstrukční zásady - vodorovná výztuž

*Minimální plocha výztuže*

$$A_{\text{s,min}} = \max(0,001 \cdot A_c ; 0,25 \cdot A_s) = 0,001018\text{m}^2$$

$$A_{\text{s,v1}} = A_{\text{s,v2}} = n \cdot (\pi \cdot \emptyset^2 / 4) = 0,00077\text{m}^2$$

$$A_{\text{s,min}} \leq A_s$$

$$0,00102 \leq 0,00154\text{m}^2$$

VYHOVÍ

*Vzdálenost výztuže*

$$s_{\max} = 400\text{mm}$$

$$s_{\text{osová}} = 200\text{mm} \leq s_{\max} = 400\text{mm}$$

VYHOVÍ

*Kotevní délka*

$$f_{ctk0,05} = 2\text{MPa}$$

$$\sigma_{sd} = 434,78\text{MPa}$$

$$\alpha_{ct} = 1,0$$

$$\eta_1 = 1,0$$

$$\eta_2 = 1,0 (\varnothing \leq 32\text{mm})$$

$$f_{ctd} = (\alpha_{ct} \cdot f_{ctk0,05}) / \gamma_c = 1,33\text{MPa}$$

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd} = 3,0\text{MPa}$$

$$\alpha_1 = 1; \alpha_2 = 1; \alpha_3 = 1; \alpha_4 = 0,7; \alpha_5 = 1$$

$$l_{b,rqd} = (\varnothing/4) \cdot (\sigma_{sd}/f_{bd}) = 507,25\text{mm}$$

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd} = 355,0725\text{mm}$$

$$l_{bd} = 360\text{mm}$$

$$l_{b,min} = \max(0,3 \cdot l_{b,rqd}; 10\varnothing; 100\text{mm}) = 152,1739\text{mm}$$

$$l_{b,min} \leq l_{bd}$$

$$152,174 \leq 360\text{mm}$$

**VYHOVÍ**Posouzení na ohyb od tlaku zeminy

Návrhové vnitřní síly		
$M_{max}$	$kNm/m$	40,35
$V_{1,max}$	$kN$	101,42
$V_{2,max}$	$kN$	-180

Výpočet krytí - vodorovná výztuž z návrhu pro ohyb za současného působení vzpěru

$$\varnothing_v = 14\text{mm}$$

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 40\text{mm}$$

$$c_{min,vod} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - c_{dur,add}; 10\text{mm}) = 30\text{mm}$$

$$c_{min,b} = \varnothing = 14\text{mm}$$

$$c_{min,dur} = 30\text{mm}(\text{XC4;S4})$$

$$c_{dur,\gamma} = 0\text{mm}$$

$$c_{dur,st} = 0\text{mm}$$

$$c_{dur,add} = 0\text{mm}$$

$$\Delta c_{dev} = 10\text{mm}$$

Návrh - dolní ohybová výztuž

$$\varnothing = 14\text{mm}$$

$$d = h - c_{\text{nom}} - \varnothing/2 = 453\text{mm}$$

$$A_{s,\text{req}} = M_{\text{Ed}} / 0,9 \cdot d \cdot f_{y\text{d}} = 0,00023\text{m}^2$$

$$s_{\text{req}} = \pi \cdot \varnothing^2 / A_{s,\text{req}} \cdot 4 = 0,676262\text{m}$$

$$s = 200\text{mm}$$

$$A_s = (1000/s) \cdot (\pi \cdot \varnothing^2/4) = 0,00077\text{m}^2$$

**NÁVRH Ø14 mm/200mm**

#### *Posouzení*

$$F_s = A_s \cdot f_{y\text{d}} = 334,6479\text{kN}$$

$$x = F_s / 0,8 \cdot b \cdot f_{\text{cd}} = 0,020915\text{m}$$

$$m_{\text{Rd}} = F_s(d - 0,4x) = 148,796\text{kNm}$$

$$m_{\text{Ed}} = 40,35\text{kNm} \leq m_{\text{Rd}} = 148,796\text{kNm}$$

**VYHOVÍ**

#### Konstrukční zásady

##### *Minimální plocha výztuže*

$$f_{\text{ctm}} = 2,9\text{MPa}$$

$$a_{s,\text{min}} = \max(0,26 \cdot f_{\text{ctm}}/f_{y\text{k}} \cdot b_t \cdot d ; 0,0013 \cdot b_t \cdot d) = 0,000683\text{m}^2$$

$$a_{s,\text{max}} = 0,04 \cdot A_c = 0,02\text{m}^2$$

$$A_{s,\text{min}} \leq A_s \leq A_{s,\text{max}}$$

$$0,00068 \leq 0,00077 \leq 0,0200\text{m}^2$$

**VYHOVÍ**

##### *Omezení výšky tlačené oblasti*

$$\xi = x/d = 0,0462$$

$$\xi_{\text{bal}} = 700/(700 + f_{y\text{d}}) = 0,6169$$

$$\xi \leq \xi_{\text{bal}}$$

$$0,0462 \leq 0,6169$$

**VYHOVÍ**

##### *Vzdálenost výztuže*

$$s_{\text{min}} = \max(1,2 \cdot \varnothing ; d_g + 5\text{mm} ; 20\text{mm}) = 20\text{mm}$$

$$s_{\text{max}} = \min(2h ; 250\text{mm}) = 250\text{mm}$$

$$s_{\text{min}} \leq s \leq s_{\text{max}}$$

$$20 \leq 200 \leq 250\text{mm}$$

**VYHOVÍ**

##### *Kotevní délka*

$$f_{\text{ctk}0,05} = 2\text{MPa} \alpha_{\text{ct}} = 1,0$$

$$\sigma_{\text{sd}} = 434,78\text{MPa} \eta_1 = 1,0$$

$$\eta_2 = 1,0 (\varnothing \leq 32\text{mm})$$

$$f_{ctd} = (\alpha_{ct} \cdot f_{ctk0,05}) / \gamma_c = 1,333 \text{ MPa}$$

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd} = 3 \text{ MPa}$$

$$\alpha_1 = 1; \alpha_2 = 1; \alpha_3 = 1; \alpha_4 = 0,7; \alpha_5 = 1$$

$$l_{b,rqd} = (\emptyset/4) \cdot (\sigma_{sd} / f_{bd}) = 507,25 \text{ mm}$$

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd} = 355,0725 \text{ mm}$$

$$l_{bd} = 360 \text{ mm}$$

$$l_{b,min} = \max(0,3 \cdot l_{b,rqd}; 10\emptyset; 100 \text{ mm}) = 152,1739 \text{ mm}$$

$$l_{b,min} \leq l_{bd}$$

$$152,174 \leq 360 \text{ mm}$$

**VYHOVÍ**

#### Návrh a posouzení smykové výztuže

*Minimální návrhová únosnost ve smyku pro prvky bez smykové výztuže*

*Směr 1*

$$V_{Rd,c,min} = (v_{min} + k_1 \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d = 182,15 \text{ kN}$$

$$v_{min} = 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 415,851 \text{ kPa}$$

$$k = 1 + \sqrt{(200/d)} = 1,676 \leq 2$$

$$k = 1,676$$

$$\rho_I = A_{sl} / (b_w \cdot d) = 0,00465 \leq 0,02$$

$$k_1 = 0,15$$

$$\sigma_{cp} = 0 \text{ Mpa} (N_{Ed} = 0 \text{ kN})$$

*Návrhová hodnota únosnosti ve smyku*

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} k (100 \rho_I f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp}] b_w \cdot d = 211,992 \text{ kN}$$

rozhoduje

$$C_{Rd,c} = 0,18 / \gamma_c = 0,12$$

$$V_{Ed} = 101,42 \text{ kN} \leq V_{Rd,c} = 211,992 \text{ kN}$$

**VYHOVÍ**

**Není třeba dodatečná smyková výztuž.**

*Minimální návrhová únosnost ve smyku pro prvky bez smykové výztuže*

*Směr 2*

$$V_{Rd,c,min} = (v_{min} + k_1 \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d = 186,48 \text{ kN}$$

rozhoduje

$$v_{min} = 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 411,658 \text{ kPa}$$

$$k = 1 + \sqrt{(200/d)} = 1,664 \leq 2$$

$$k = 1,664$$

$$\rho_I = A_{sl} / (b_w \cdot d) = 0,00170 \leq 0,02$$

$$k_1 = 0,15$$

$$\sigma_{cp} = 0 \text{ Mpa} (N_{Ed} = 0 \text{ kN})$$

*Návrhová hodnota únosnosti ve smyku*

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c}k(100\rho_l f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp}] b_w \cdot d = \mathbf{155,715 kN}$$

$$C_{Rd,c} = 0,18/\gamma_c = 0,12$$

$$V_{Ed} = \mathbf{180 kN} \leq V_{Rd,c} = \mathbf{186,483 kN}$$

**VYHOVÍ**

## 8 Základová deska

Při modelování zatížení působícího na základovou desku byly původně použity bodové síly pro modelování reakcí od sloupů. Následkem této volby byly vypočteny nereálné hodnoty vnitřních sil, plynoucí z chybného stanovení působení tohoto zatížení. Pro výsledky odpovídající více skutečnému působení, byly bodové síly demonstrující zatížení od sloupů převedeny na plošná zatížení s uvážením, že reakce od sloupů se budou roznášet do stěn roštu, ve kterém sloupy pokračují až do úrovně základové desky.

Modelování interakce mezi podloží a konstrukcí bylo realizováno pomocí software Scia Engineer. V editoru byl zadán geologický profil zavedený do modelu jedním vrtem a následně byla konstrukce podepřena plošnou podporou typu Soilin. Vstupními parametry pro tento typ výpočtu jsou  $C_{1x}$  a  $C_{1y}$ . Zbylé parametry  $C_{1z}$ ,  $C_{2x}$  a  $C_{2y}$  jsou dopočteny programem.

### 8.1 Základová deska –ZD1

#### 8.1.1 Zatížení

##### 8.1.1.1 Zatížení stálé a vlastní tíhou konstrukce

Hodnoty stálého zatížení a zatížení vlastní tíhou jsou převzaty z kapitoly č. 2 – Zatížení. Vlastní tíhu sloupů zavádí do výpočtu software Scia Engineer ve vlastním zatěžovacím stavu. Poloha vodorovných, svislých a dalších zatížení odpovídá schémátům uvedených v kapitolách definujících zatížení pro desky.

##### 8.1.1.2 Zatížení proměnné

Hodnoty proměnných zatížení jsou převzaty z kapitoly č. 2 – Zatížení. Poloha zatížení odpovídá schémátům uvedeným v kapitolách definujících zatížení pro desky.

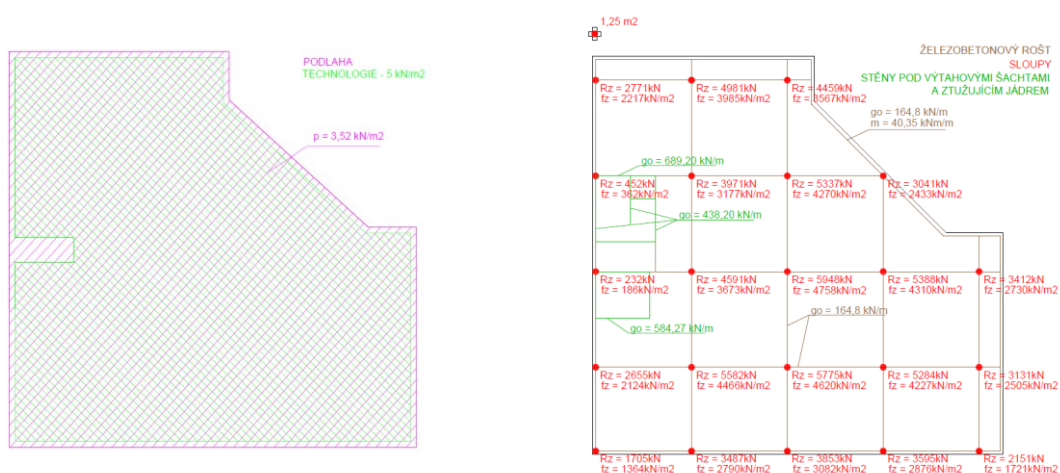


*Geologický profil*

<i>Hloubka</i>	<i>Profil</i>	<i>Třída</i>	<i>Popis</i>
0,0 - 0,1 m		Y	Navážka - popeloviny (škvára, stavební zbytky)
0,1 - 0,3 m		F6	Náplavové hlíny - hlíny prachovité, šedé, řidce rezavě šmouhované, konzistence měkká až kašovitá
0,3 - 1,8 m		F6	Hlína písčitá - s obsahem jemnozrnných písků, valounků štěrku, vrstva středně ulehlá, slabě zavlhlé, barva světle hnědá
1,8 - 3,5 m		S3	Štěrk písčité, drobné až střední, s dokonale opracovaným valounovým materiálem, ulehlé, částečně zvodnělé
3,5 - 6,2 m		G3	Jíly a jílovité hlíny předkvartérního podloží - vápnité jílovité hlíny a jíly, místy s prachovito-písčitými laminami, konzistence měkké na povrchu, hlouběji pevná až tvrdá, zbarvení nazelenale šedé, místy rezavě až oranžově hnědé
Hladina podzemní vody po ustálení - 4,8 m			

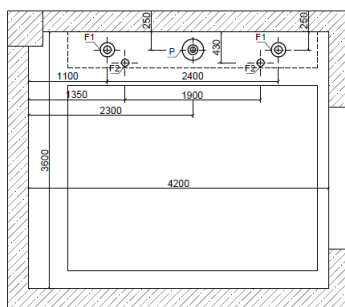
*Profil vrtu*

<i>Hloubka</i>	<i>Třída</i>	<i>Mocnost</i>	<i>Objemová tíha</i>	<i>Modul deformace</i>	<i>Poissonův součinitel</i>	<i>Efektivní úhel vnitřního tření</i>	<i>Efektivní soudržnost</i>	<i>Koeficient strukturální pevnosti</i>
<i>m</i>	-	<i>m</i>	<i>kN/m<sup>3</sup></i>	<i>MPa</i>	-	<i>Stupeň</i>	<i>kPa</i>	-
0,0 - 0,1	Y	0,1	19,5	-	-	28	5	-
0,1 - 0,3	F6	0,2	21	1,5	0,4	17	8	0,2
0,3 - 1,8	F6	1,5	18,8	6	0,4	23	10	0,2
1,8 - 3,5	S3	1,7	19	90	0,25	33	0	0,3
3,5 - 6,2	G3	2,7	20,5	6	0,4	17	14	0,42

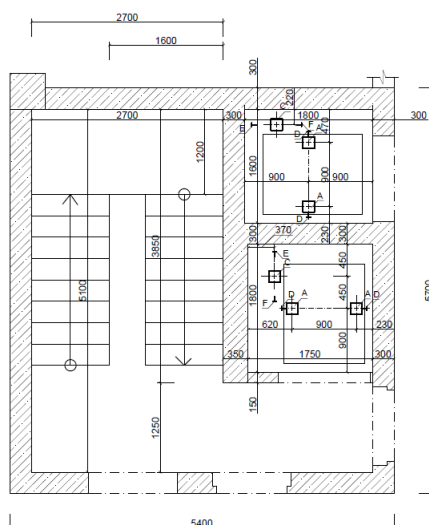


Zatížení od vodorovných konstrukcí a technologie

Zatížení od svislých konstrukcí

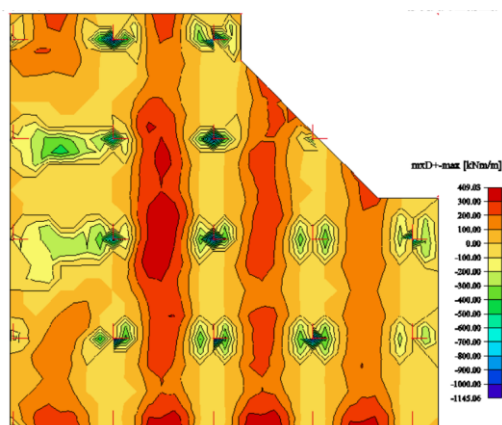
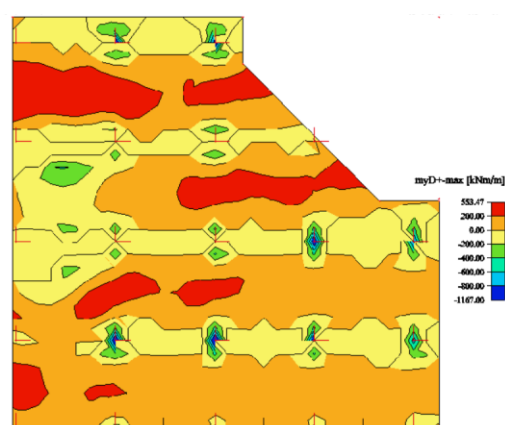
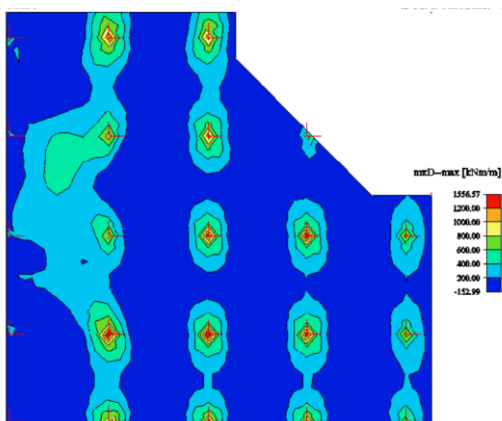
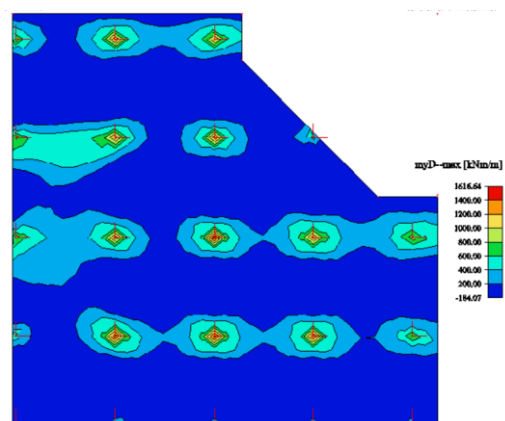
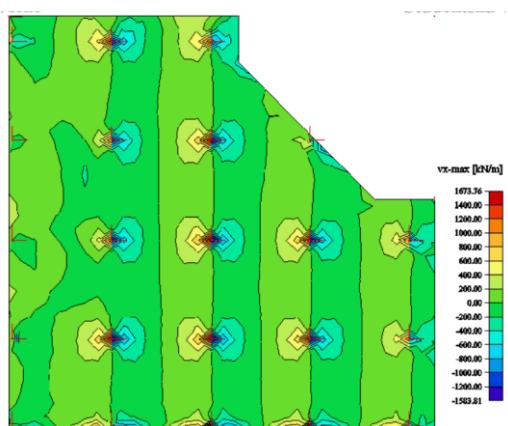
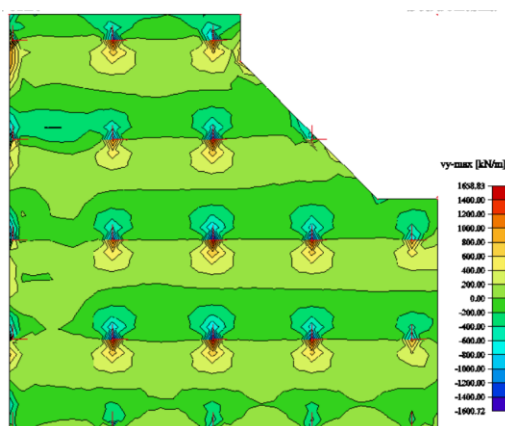


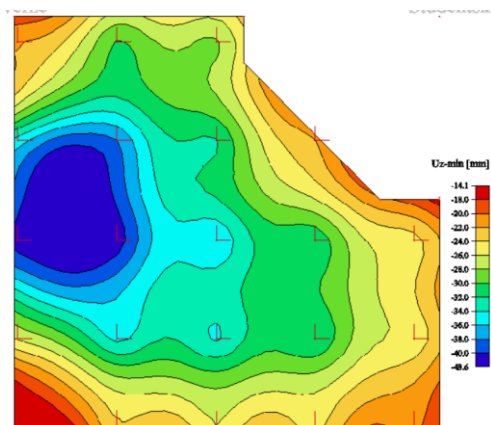
Zatížení od svislých konstrukcí – poloha nárazníků a vodítek nákladního výtahu



Zatížení od svislých konstrukcí – poloha nárazníků a vodítek osobního výtahu

## 8.1.2 Návrhové vnitřní síly

Ohybové momentyHorní okraj desky – směr  $x$ Horní okraj desky – směr  $y$ Dolní okraj desky – směr  $x$ Dolní okraj desky – směr  $y$ Posouvající sílySměr  $x$ Směr  $y$

Sedání*Sedání základové desky*

## 8.1.3 Návrh a posouzení

Základní charakteristiky materiálů a rozměry základové desky

Popis	Veličina	Výpočet	Hodnota	Jednotka
Tloušťka desky	$h_d$	-	600	mm
Rozpětí polí	$l_{x,max}$	-	8000	
	$l_{y,max}$	-	8000	
Třída betonu - C30/37	$f_{ck}$	-	30	MPa
	$f_{cd}$	$f_{ck}/\gamma_c$	20	
	$E_{cm}$	-	32	GPa
	$\gamma_c$	-	1,5	-
	$f_{ctm}$	-	2,9	MPa
	$f_{ctk,0,05}$	-	2,0	
Třída oceli - B500B	$f_{yk}$	-	500	MPa
	$f_{yd}$	$f_{yk}/\gamma_s$	434,78	
	$E_s$	-	210	GPa
	$\gamma_s$	-	1,15	-

Dimenzační vnitřní síly – přehled

$m_{ED,x}^+ =$	<b>1556,57 kNm</b>	$m_{ED,y}^+ =$	<b>1616,64 kNm</b>
$m_{ED,x}^- =$	<b>406,03 kNm</b>	$m_{ED,y}^- =$	<b>553,47 kNm</b>
$V_{ED,x} =$	<b>1673,67 kN</b>	$V_{ED,y} =$	<b>1658,83 kN</b>

Redukce nadpodporových momentů

$$\Delta M_{Ed} = F_{Ed,sup} \cdot t/8$$

$$t = 0,5m$$

$F_{Ed,sup,x} =$	4758 kN	$F_{Ed,sup,y} =$	4758 kN
$\Delta M_{Ed,x} =$	297,38 kNm	$\Delta M_{Ed,y} =$	297,38 kNm
$m_{ED,x}^+ =$	<b>1259,20 kNm</b>	$m_{ED,y}^+ =$	<b>1319,27 kNm</b>

Výpočet krytí pro největší profil výztuže v desce:

$$\varnothing_x = 32mm$$

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 40mm$$

$$c_{min} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - c_{dur,add}; 10mm) = 32mm$$

$$c_{min,b} = \varnothing = 32mm$$

$$c_{min,dur} = 20mm(XC2;S3)$$

$$c_{dur,\gamma} = 0mm$$

$$c_{dur,st} = 0mm$$

$$c_{dur,add} = 0mm \Delta c_{dev} = 8mm \text{ až } 10$$

## 8.1.3.1 Mezní stav únosnosti

Návrh výztuže pro  $m_{ED,x}^+ = 1259,20 \text{ kNm}$  - dolní ohybová výztuž

*Návrh*

$$\emptyset = 28\text{mm}30/90$$

$$d = h - c_{\text{nom}} - \emptyset/2 = 546\text{mm}32/100$$

$$A_{s,\text{req}} = M_{\text{Ed}} / 0,9 \cdot d \cdot f_{yd} = 0,00589\text{m}^2$$

$$s_{\text{req}} = \pi \cdot \emptyset^2 / A_{s,\text{req}} \cdot 4 = 0,104477\text{m}$$

$$s = 100\text{mm}$$

$$A_s = (1000/s) \cdot (\pi \cdot \emptyset^2/4) = 0,00616\text{m}^2$$

**NÁVRH  $\emptyset 28 \text{ mm}/100\text{mm}$**

*Posouzení*

$$F_s = A_s \cdot f_{yd} = 2677,183\text{kN}$$

$$x = F_s / 0,8 \cdot b \cdot f_{cd} = 0,167324\text{m}$$

$$m_{\text{Rd}} = F_s(d - 0,4x) = 1282,559\text{kNm}$$

$$m_{\text{Ed},x}^+ = 1259,20\text{kNm} \leq m_{\text{Rd}} = 1282,559\text{kNm}$$

**VYHOVÍ**

Konstrukční zásady

*Minimální plocha výztuže*

$$f_{ctm} = 2,9\text{MPa}$$

$$a_{s,\text{min}} = \max(0,26 \cdot f_{ctm}/f_{yk} \cdot b_t \cdot d ; 0,0013 \cdot b_t \cdot d) = 0,000823\text{m}^2$$

$$a_{s,\text{max}} = 0,04 \cdot A_c = 0,024\text{m}^2$$

$$A_{s,\text{min}} \leq A_s \leq A_{s,\text{max}}$$

$$0,000823 \leq 0,00616 \leq 0,024\text{m}^2$$

**VYHOVÍ**

*Omezení výšky tlačené oblasti*

$$\xi = x/d = 0,3065$$

$$\xi_{\text{bal}} = 700/(700 + f_{yd}) = 0,6169$$

$$\xi \leq \xi_{\text{bal}}$$

$$0,3065 \leq 0,6169$$

**VYHOVÍ**

*Vzdálenost výztuže*

$$s_{\text{min}} = \max(1,2 \cdot \emptyset ; d_g + 5\text{mm} ; 20\text{mm}) = 33,6\text{mm}$$

$$s_{\text{max}} = \min(2h ; 250\text{mm}) = 250\text{mm}$$

$$s_{\text{osová}} = 100\text{mm} \leq s_{\text{max}} = 250\text{mm}$$

**VYHOVÍ**

$$s_{\text{světlá}} = s_{\text{osová}} - \emptyset = 72\text{mm} \geq s_{\text{min}} = 33,6\text{mm}$$

**VYHOVÍ**

*Kotevní délka*

$$f_{ctk0,05} = 2\text{MPa} \alpha_{ct} = 1,0$$

$$\sigma_{sd} = 434,78\text{MPa} \eta_1 = 1,0$$

$$\eta_2 = 1,0 (\emptyset \leq 32\text{mm})$$

$$f_{ctd} = (\alpha_{ct} \cdot f_{ctk0,05}) / \gamma_c = 1,333333\text{MPa}$$

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd} = 3\text{MPa}$$

$$\alpha_1 = 1; \alpha_2 = 1; \alpha_3 = 1; \alpha_4 = 0,7; \alpha_5 = 1$$

$$l_{b,rqd} = (\emptyset/4) \cdot (\sigma_{sd} / f_{bd}) = 1014,49\text{mm}$$

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd} = 710,1449\text{mm}$$

$$l_{bd} = 720\text{mm}$$

$$l_{b,min} = \max(0,3 \cdot l_{b,rqd}; 10\emptyset; 100\text{mm}) = 304,3478\text{mm}$$

$$l_{b,min} \leq l_{bd}$$

$$304,348 \leq 720\text{mm}$$

VYHOVÍ

Návrh výztuže pro  $m_{ED,y}^+ = 1319,27 \text{ kNm}$  - dolní ohybová výztuž

*Návrh*

$$\emptyset = 32\text{mm}$$

$$d = h - c_{nom} - \emptyset_X - \emptyset_Y/2 = 516\text{mm}$$

$$A_{s,req} = M_{ed} / 0,9 \cdot d \cdot f_{yd} = 0,006534\text{m}^2$$

$$s_{req} = \pi \cdot \emptyset^2 / A_{s,req} \cdot 4 = 0,12309\text{m}$$

$$s = 110\text{mm}$$

$$A_s = (1000/s) \cdot (\pi \cdot \emptyset^2/4) = 0,007311\text{m}^2$$

**NÁVRH Ø32 mm/110mm**

*Posouzení*

$$F_s = A_s \cdot f_{yd} = 3178,845\text{kN}$$

$$x = F_s / 0,8 \cdot b \cdot f_{cd} = 0,198678\text{m}$$

$$m_{Rd} = F_s(d - 0,4x) = 1387,658\text{kNm}$$

$$m_{Ed,y}^+ = 1319,27\text{kNm} \leq m_{Rd} = 1387,658\text{kNm}$$

VYHOVÍ

Konstrukční zásady*Minimální plocha výztuže*

$$f_{ctm} = 2,9\text{MPa}$$

$$a_{s,min} = \max(0,26 \cdot f_{ctm}/f_{yk} \cdot b_t \cdot d; 0,0013 \cdot b_t \cdot d) = 0,000778\text{m}^2$$

$$a_{s,max} = 0,04 \cdot A_c = 0,024\text{m}^2$$

$$A_{s,min} \leq A_s \leq A_{s,max}$$

$$0,000778 \leq 0,00731 \leq 0,024m^2$$

VYHOVÍ

*Omezení výšky tlačené oblasti*

$$\xi = x/d = 0,3850$$

$$\xi_{bal} = 700/(700 + f_{yd}) = 0,6169$$

$$\xi \leq \xi_{bal}$$

$$0,3850 \leq 0,6169$$

VYHOVÍ

*Vzdálenost výztuže*

$$s_{min} = \max(1,2 \cdot \emptyset ; d_g + 5mm ; 20mm) = 38,4mm$$

$$s_{max} = \min(2h ; 250mm) = 250mm$$

$$s_{osová} = 110mm \leq s_{max} = 250mm$$

VYHOVÍ

$$s_{světlá} = s_{osová} - \emptyset = 78mm \geq s_{min} = 38,4mm$$

VYHOVÍ

*Kotevní délka*

$$f_{ctk0,05} = 2MPa \alpha_{ct} = 1,0$$

$$\sigma_{sd} = 434,78MPa \eta_1 = 1,0$$

$$\eta_2 = 1,0 (\emptyset \leq 32mm)$$

$$f_{ctd} = (\alpha_{ct} \cdot f_{ctk0,05}) / \gamma_c = 1,333333MPa$$

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd} = 3MPa$$

$$\alpha_1 = 1; \alpha_2 = 1; \alpha_3 = 1; \alpha_4 = 0,7; \alpha_5 = 1$$

$$l_{b,rqd} = (\emptyset/4) \cdot (\sigma_{sd}/f_{bd}) = 1159,42mm$$

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd} = 811,5942mm$$

$$l_{bd} = 770mm$$

$$l_{b,min} = \max(0,3 \cdot l_{b,rqd} ; 10\emptyset ; 100mm) = 347,8261mm$$

$$l_{b,min} \leq l_{bd}$$

$$347,826 \leq 770mm$$

VYHOVÍ

Návrh výztuže pro  $m_{ED,X} = 409,03 kNm$  - horní ohybová výztuž*Návrh*

$$\emptyset = 18mm$$

$$d = h - c_{nom} - \emptyset_X/2 = 551mm$$

$$A_{s,req} = M_{Ed} / 0,9 \cdot d \cdot f_{yd} = 0,001897m^2$$

$$s_{req} = \pi \cdot \emptyset^2 / A_{s,req} \cdot 4 = 0,134136m$$



$$s = 120\text{mm}$$

$$A_s = (1000/s) \cdot (\pi \cdot \varnothing^2/4) = 0,002121\text{m}^2$$

**NÁVRH Ø18 mm/120mm**

*Posouzení*

$$F_s = A_s \cdot f_{yd} = 921,9891\text{kN}$$

$$x = F_s / 0,8 \cdot b \cdot f_{cd} = 0,057624\text{m}$$

$$m_{Rd} = F_s(d - 0,4x) = 486,764\text{kNm}$$

$$m_{Ed,x} = 409,03\text{kNm} \leq m_{Rd} = 486,764\text{kNm}$$

**VYHOVÍ**

Konstrukční zásady

*Minimální plocha výztuže*

$$f_{ctm} = 2,9\text{MPa}$$

$$a_{s,min} = \max(0,26 \cdot f_{ctm}/f_{yk} \cdot b_t \cdot d ; 0,0013 \cdot b_t \cdot d) = 0,000831\text{m}^2$$

$$a_{s,max} = 0,04 \cdot A_c = 0,024\text{m}^2$$

$$A_{s,min} \leq A_s \leq A_{s,max}$$

$$0,00083 \leq 0,002121 \leq 0,024\text{m}^2$$

**VYHOVÍ**

*Omezení výšky tlačené oblasti*

$$\xi = x/d = 0,1046$$

$$\xi_{bal} = 700/(700 + f_{yd}) = 0,6169$$

$$\xi \leq \xi_{bal}$$

$$0,1046 \leq 0,6169$$

**VYHOVÍ**

*Vzdálenost výztuže*

$$s_{min} = \max(1,2 \cdot \varnothing ; d_g + 5\text{mm} ; 20\text{mm}) = 38,4\text{mm}$$

$$s_{max} = \min(2h ; 250\text{mm}) = 250\text{mm}$$

$$s_{osová} = 120\text{mm} \leq s_{max} = 250\text{mm}$$

**VYHOVÍ**

$$s_{světlá} = s_{osová} - \varnothing = 102\text{mm} \geq s_{min} = 38,4\text{mm}$$

**VYHOVÍ**

*Kotevní délka*

$$f_{ctk0,05} = 2\text{MPa} \alpha_{ct} = 1,0$$

$$\sigma_{sd} = 434,78\text{MPa} \eta_1 = 1,0$$

$$\eta_2 = 1,0 (\varnothing \leq 32\text{mm})$$

$$f_{ctd} = (\alpha_{ct} \cdot f_{ctk0,05})/\gamma_c = 1,333333\text{MPa}$$

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd} = 3\text{MPa}$$

$$\alpha_1 = 1; \alpha_2 = 1; \alpha_3 = 1; \alpha_4 = 0,7; \alpha_5 = 1$$

$$l_{b,rqd} = (\sigma_{sd} / f_{bd}) = 652,17 \text{ mm}$$

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd} = 456,52 \text{ mm}$$

$$l_{bd} = 460 \text{ mm}$$

$$l_{b,min} = \max(0,3 \cdot l_{b,rqd}; 10\varnothing; 100 \text{ mm}) = 195,6522 \text{ mm}$$

$$l_{b,min} \leq l_{bd}$$

$$195,652 \leq 460 \text{ mm}$$

VYHOVÍ

Návrh výztuže pro  $m_{ED,y} = 553,47 \text{ kNm}$  - horní ohybová výztuž

*Návrh*

$$\varnothing = 20 \text{ mm}$$

$$d = h - c_{nom} - \varnothing_X - \varnothing_Y/2 = 532 \text{ mm}$$

$$A_{s,req} = M_{Ed} / 0,9 \cdot d \cdot f_{yd} = 0,002659 \text{ m}^2$$

$$s_{req} = \pi \cdot \varnothing^2 / A_{s,req} \cdot 4 = 0,118163 \text{ m}$$

$$s = 110 \text{ mm}$$

$$A_s = (1000/s) \cdot (\pi \cdot \varnothing^2/4) = 0,002856 \text{ m}^2$$

**NÁVRH  $\varnothing 20 \text{ mm}/110 \text{ mm}$**

*Posouzení*

$$F_s = A_s \cdot f_{yd} = 1241,736 \text{ kN}$$

$$x = F_s / 0,8 \cdot b \cdot f_{cd} = 0,077609 \text{ m}$$

$$m_{Rd} = F_s(d - 0,4x) = 622,056 \text{ kNm}$$

$$m_{Ed,y} = 553,47 \text{ kNm} \leq m_{Rd} = 622,056 \text{ kNm}$$

VYHOVÍ

Konstrukční zásady

*Minimální plocha výztuže*

$$f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$$

$$a_{s,min} = \max(0,26 \cdot f_{ctm}/f_{yk} \cdot b_t \cdot d; 0,0013 \cdot b_t \cdot d) = 0,000802 \text{ m}^2$$

$$a_{s,max} = 0,04 \cdot A_c = 0,024 \text{ m}^2$$

$$A_{s,min} \leq A_s \leq A_{s,max}$$

$$0,000802 \leq 0,00286 \leq 0,024 \text{ m}^2$$

VYHOVÍ

*Omezení výšky tlacené oblasti*

$$\xi = x/d = 0,1459$$

$$\xi_{bal} = 700/(700 + f_{yd}) = 0,6169$$

$$\xi \leq \xi_{bal}$$

$$0,1459 \leq 0,6169$$

VYHOVÍ

*Vzdálenost výztuže*

$$s_{\min} = \max(1,2 \cdot \emptyset ; d_g + 5\text{mm} ; 20\text{mm}) = 38,4\text{mm}$$

$$s_{\max} = \min(2h ; 250\text{mm}) = 250\text{mm}$$

$$s_{\text{osová}} = 110\text{mm} \leq s_{\max} = 250\text{mm}$$

VYHOVÍ

$$s_{\text{světlá}} = s_{\text{osová}} - \emptyset = 90\text{mm} \geq s_{\min} = 38,4\text{mm}$$

VYHOVÍ

*Kotevní délka*

$$f_{\text{ctk}0,05} = 2\text{MPa} \alpha_{\text{ct}} = 1,0$$

$$\sigma_{\text{sd}} = 434,78\text{MPa} \eta_1 = 1,0$$

$$\eta_2 = 1,0 (\emptyset \leq 32\text{mm})$$

$$f_{\text{ctd}} = (\alpha_{\text{ct}} \cdot f_{\text{ctk}0,05}) / \gamma_c = 1,333333\text{MPa}$$

$$f_{\text{bd}} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{\text{ctd}} = 3\text{MPa}$$

$$\alpha_1 = 1; \alpha_2 = 1; \alpha_3 = 1; \alpha_4 = 0,7; \alpha_5 = 1$$

$$l_{\text{b,rqd}} = (\emptyset/4) \cdot (\sigma_{\text{sd}}/f_{\text{bd}}) = 724,64\text{mm}$$

$$l_{\text{bd}} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{\text{b,rqd}} = 507,2464\text{mm}$$

$$l_{\text{bd}} = 510\text{mm}$$

$$l_{\text{b,min}} = \max(0,3 \cdot l_{\text{b,rqd}} ; 10\emptyset ; 100\text{mm}) = 217,3913\text{mm}$$

$$l_{\text{b,min}} \leq l_{\text{bd}}$$

$$217,391 \leq 510\text{mm}$$

VYHOVÍ

Únosnost desky ve smyku

$$V_{\text{Ed}} = 1673,67\text{kN}$$

$$c_x = c_y = 500\text{mm}$$

$$u_0 = 2000\text{mm}$$

$$\beta = 1,15 \dots \text{střední sloup}$$

*Průměrná účinná výška desky*

$$d_{\text{eff}} = (d_x + d_y)/2 = 531\text{mm}$$

*Smykové napětí na obvodu sloupu*

$$v_{\text{Ed},0} = \beta \cdot (V_{\text{Ed}}/u_0 \cdot d_{\text{eff}}) = 1,81\text{MPa}$$

$$v = 0,6 \cdot (1 - f_{\text{ck}}/250) = 0,528\text{MPa}$$

$$v_{\text{Rd,max}} = 0,5 \cdot v \cdot f_{\text{cd}} = 5,28\text{MPa}$$

$$v_{\text{Ed},0} = 1,81 \leq v_{\text{Rd,max}} = 5,28\text{MPa}$$

VYHOVÍ

*Protlačení na kontrolovaném obvodu průřezu*

$$u_1 = 2 \cdot (c_x + c_y) + 2 \cdot \pi \cdot 2 \cdot d_{\text{eff}} = 8,67 \text{m}^2$$

$$v_{\text{Ed},1} = \beta \cdot (V_{\text{Ed}}/u_1 \cdot d_{\text{eff}}) = 417,9426 \text{kPa}$$

$$C_{\text{Rd},c} = 0,18/\gamma_c = 0,12$$

$$k = 1 + \sqrt{(200/d_{\text{eff}})} = 1,614 \leq 2$$

$$k = 1,614$$

$$\rho_x = A_{\text{sl}}/(b \cdot d_x) = 0,0031 \leq 0,02$$

$$\rho_y = A_{\text{sl}}/(b \cdot d_y) = 0,0038 \leq 0,02$$

$$\rho_1 = \sqrt{(\rho_x \cdot \rho_y)} = 0,0034 \leq 0,02$$

$$k_1 = 0,15$$

$$\sigma_{\text{cp}} = 0 \text{Mpa}$$

*Minimální ekvivalentní smyková pevnost*

$$v_{\text{min}} = 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{\text{ck}}^{1/2} = 392,979 \text{kN}$$

*Smyková odolnost bez smykové výztuže*

$$v_{\text{Rd},c} = C_{\text{Rd},c} k (100 \rho_1 f_{\text{ck}})^{1/3} + k_1 \sigma_{\text{cp}} = 0,421 \text{MPa}$$

$$v_{\text{Rd},c} = 0,421 \geq v_{\text{Ed},1} = 0,418 \text{MPa}$$

**VYHOVÍ**

$$v_{\text{Rd},c} = 0,421 \geq v_{\text{min}} = 0,393 \text{MPa}$$

**VYHOVÍ**

**Není nutno navrhovat výztuž proti protlačení**

#### 8.1.3.2 Mezní stav použitelnosti

*Průměrné sedání podloží*

$$s_{\text{max}} = 42,6 \text{mm} \leq s_{\text{lim}} = 50 \text{mm}$$

**VYHOVÍ**

$$s_{\text{min}} = 13,8 \text{mm} \leq s_{\text{lim}} = 50 \text{mm}$$

**VYHOVÍ**

*Nerovnoměrné sedání*

$$\Delta s = s_{\text{max}} - s_{\text{min}} = 0,0288 \text{mm}$$

$$L = 34 \text{m}$$

$$(\Delta s/L) = 0,00085 \text{m} \leq 0,0015 \text{mm}$$

**VYHOVÍ**

*Omezení šířky trhlin*

$$w_{\text{max}} = 0,3 \text{mm}$$

*Směr x - dolní ohybová výztuž*

Pro  $s = 100,00 \text{mm}$  je stanoveno maximální napětí  $320 \text{MPa}$

$$\sigma_s = 296,72 \leq 320 \text{ MPa}$$

**VYHOVÍ***Směr x - horní ohybová výztuž*Pro  $s = 120,00 \text{ mm}$  je stanoveno maximální napětí  $304 \text{ MPa}$ 

$$\sigma_s = 277,33 \leq 304 \text{ MPa}$$

**VYHOVÍ***Směr y - dolní ohybová výztuž*Pro  $s = 110,00 \text{ mm}$  je stanoveno maximální napětí  $312 \text{ MPa}$ 

$$\sigma_s = 277,03 \leq 312 \text{ MPa}$$

**VYHOVÍ***Směr y - horní ohybová výztuž*Pro  $s = 110,00 \text{ mm}$  je stanoveno maximální napětí  $312 \text{ MPa}$ 

$$\sigma_s = 288,58 \leq 312 \text{ MPa}$$

**VYHOVÍ**

Pozn. Mezilehlé hodnoty z tabulky byly staoveny lineární interpolací

## 9 Závěr

Na základě architektonické studie kulturního centra byl vypracován návrh vybraných železobetonových monolitických konstrukčních prvků a jejich statický posudek. Oproti původní studii bylo nutné upravit návrh některých prvků, u nichž se projeví problémy z hlediska efektivity a správnosti konstrukčního a statického řešení – toto se týká zejména schodiště v centrálním prostoru, výtahové šachty osobního výtahu a stropních desek v místech otvorů a vykonzolování. Výsledné tvary a rozměry konstrukčních prvků jsou uvedeny ve statickém výpočtu výše a v příloze diplomové práce. Souhrn navržené výztuže pro jednotlivé prvky je uveden v tabulkách níže.

### 9.1 Přehled navržené výztuže

#### Stropní desky

Výztuž		1.NP		2.NP		3.NP		4.NP		Střecha	
		$\phi$	s	$\phi$	s	$\phi$	s	$\phi$	s	$\phi$	s
dolní	směr x	12	200	12	190	10	160	10	160	8	160
	směr y	12	170	12	190	10	160	10	170	8	170
horní	směr x	16	160	16	150	14	150	14	120	12	180
	směr y	16	140	16	130	16	200	14	150	12	180

#### Desky ztužujícího jádra

Výztuž		Podesty ve ztuž. jádru		Střecha výt. šachty	
		$\phi$	s	$\phi$	s
dolní	směr x	8	190	8	190
	směr y	8	190	8	190
horní	směr x	10	180	10	250
	směr y	10	240	10	250

#### Trám

Výztuž ohybová	T1	
	$\phi$	ks
dolní	20	5
horní	28	4

Výztuž smyková	T1	
	$\phi$	$s_w$
třmínky	8	130

Průvlaky

Výztuž ohybová	P1		P11		P3	
	$\phi$	ks	$\phi$	ks	$\phi$	ks
dolní	<b>22</b>	7	<b>18</b>	6	<b>22</b>	6
horní	<b>32</b>	6	<b>32</b>	5	<b>32</b>	6

Výztuž smyková	P1		P11		P3	
	$\phi$	$s_w$	$\phi$	$s_w$	$\phi$	$s_w$
třmínky	<b>8</b>	90	<b>8</b>	110	<b>8</b>	140

Sloupy

Výztuž na kombinaci N a M	Vnitřní		Krajní	
	$\phi$	ks	$\phi$	ks
pruty	<b>32</b>	12	<b>28</b>	12

Výztuž smyková	Vnitřní		Krajní	
	$\phi$	$s_w$	$\phi$	$s_w$
třmínky	<b>8</b>	180	<b>8</b>	180

Stěny

Výztuž	Stěna ve ztuž. jádru		Střecha techn. podlaží	
	$\phi$	s	$\phi$	s
Vodorovná	<b>10</b>	200	<b>14</b>	200
Svislá	<b>14</b>	125	<b>18</b>	125

Základová deska

Výztuž		Podesty ve ztuž. jádru	
		$\phi$	s
dolní	směr x	<b>28</b>	100
	směr y	<b>32</b>	110
horní	směr x	<b>18</b>	120
	směr y	<b>20</b>	110

**Poděkování**

Na tomto místě bych ráda poděkovala paní Ing. Pavlíně Matečkové., Ph. D. za odborné vedení mé práce, rady a připomínky, které mi pomohly zdárně tuto práci dokončit.

Také bych chtěla poděkovat panu Ing. Kamilu Burkovičovi za cenné rady z praxe.



## 10 Seznam zdrojů

- [1] ČSN EN 1990 Zásady navrhování konstrukcí
- [2] ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – část 1-1: Obecná zatížení – objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
- [3] ČSN EN 1991-1-3 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – část 1-3: Obecná zatížení – zatížení sněhem
- [4] ČSN EN 1991-1-4 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – část 1-4: Obecná zatížení – zatížení větrem
- [5] ČSN EN 1992-1-1 Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- [6] ČSN EN 1998-1 Navrhování konstrukcí odolných proti zemětřesení – část 1: Obecná pravidla, seismická zatížení a pravidla pro pozemní stavby

## 11 Seznam příloh

Výkres 01	Schéma půdorysu 1.NP, 1:100
Výkres 02	Schéma půdorysu 2.NP, 1:100
Výkres 03	Schéma půdorysu 3.NP, 1:100
Výkres 04	Schéma půdorysu 4.NP, 1:100
Výkres 05	Schéma řezu A – A', 1:100
Výkres 06	Výkres výztuže desky 1.NP - horní výztuž, 1:100
Výkres 07	Výkres výztuže desky 1.NP - dolní výztuž, 1:100
Výkres 08	Výkres výztuže průvlaků, 1:50
Výkres 09	Výkres výztuže sloupů, 1:50
Výkres 10	Výkres výztuže stěny, 1:50
Výkres 11	Výkres výztuže základů – dolní výztuž, 1:100
Výkres 12	Výkres výztuže základů – horní výztuž, 1:100